

**UNIVERSIDADE FEDERAL
DOS VALES DO JEQUITINHONHA E MUCURI
Mestrado Profissional Interdisciplinar
Saúde Sociedade e Ambiente (SaSA)
Marco Antônio de Oliveira**

FILTRO DE AREIA PARA O MANEJO DA ÁGUA DE CHUVA

**Diamantina
2017**

**UNIVERSIDADE FEDERAL
DOS VALES DO JEQUITINHONHA E MUCURI
Mestrado Profissional Interdisciplinar
Saúde Sociedade e Ambiente (SaSA)**

Marco Antônio de Oliveira

FILTRO DE AREIA PARA O MANEJO DA ÁGUA DE CHUVA

Dissertação apresentada ao Mestrado Profissional Interdisciplinar Saúde Sociedade e Ambiente da Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri, como requisito para a obtenção do título de mestre.

Prof. Dr. Bernat Vinolas Prat Orientador
Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri

Prof^a Dra. Rosana Passos Cambraia Coorientadora
Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri

Diamantina

2017

Ficha Catalográfica – Serviço de Bibliotecas/UFVJM
Bibliotecário Anderson César de Oliveira Silva, CRB6 – 2618.

O48f Oliveira, Marco Antônio de
 Filtro de areia para o manejo da água de chuva / Marco Antônio de
 Oliveira. – Diamantina, 2017.
 128 p. : il.

 Orientador: Bernat Vinolas Pratt
 Coorientadora: Rosana Passos Cambraia

 Dissertação (Mestrado Profissional – Programa de Pós-Graduação
 em Saúde, Sociedade e Ambiente) - Universidade Federal dos Vales do
 Jequitinhonha e Mucuri.

 1. Comunidades rurais. 2. Purificação da água. 3. Recursos hídricos.
 4. Sustentabilidade ambiental. 5. Tecnologias construtivas de baixo
 custo. I. Pratt, Bernat Vinolas. II. Cambraia, Rosana Passos. III. Título.
 IV. Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri.

CDD 333.7

Elaborado com os dados fornecidos pelo(a) autor(a).

MARCO ANTÔNIO DE OLIVEIRA

COLETA DE ÁGUA DE CHUVA COM FILTRO DE AREIA

Dissertação apresentada ao
PROGRAMA DE PÓS GRADUAÇÃO
EM SAÚDE, SOCIEDADE E
AMBIENTE - STRICTO SENSU, nível
de MESTRADO como parte dos
requisitos para obtenção do título de
MAGISTER SCIENTIAE EM SAÚDE,
SOCIEDADE E AMBIENTE

Orientador : Prof. Dr. Bernat Vinolas
Prat

Data da aprovação : 11/08/2017


Prof.ª Dr.ª SILVIA REGINA PAES - UFVJM


Prof. Dr. MARCELO MATTOS PEDREIRA - UFVJM


Prof.ª Dr.ª FLAVIANA TAVARES VIEIRA TEIXEIRA - UFVJM


Prof. Dr. ALEX SANDER DIAS MACHADO - UFVJM


Prof. Dr. BERNAT VINOLAS PRAT - UFVJM

Dedico este trabalho a meus pais, que tanto fizeram para eu estar aqui hoje e a meus filhos, para que um dia aproveitem o que aqui foi escrito.

AGRADECIMENTOS

À Deus, por ter me dado esta linda oportunidade de crescimento.

À minha esposa, pelo carinho, estímulo e paciência e aos meus filhos pela compreensão.

À minha coorientadora Prof^a Rosana Passos Cambraia, pela motivação, conselhos e por compartilhar muito de sua experiência, e ao meu orientador Prof. Bernat Vinolas Prat, pela paciência, esperança e presença em todos os momentos.

À PRPPG, à FAPEMIG e à FUNDAEPE / UFVJM pelo apoio institucional para a elaboração deste trabalho.

Ao Grupo Jequi pelo acolhimento e cessão do seu espaço e equipamentos para estudos, discussões e apresentações.

À COPASA, na pessoa do Gerente Distrital em Diamantina, Sr. Vilson José de Amorim, pela autorização para a realização das análises, e aos técnicos Jonatan dos Santos e Rafael Messias, que cuidaram das análises.

À Faculdade de Ciências Agrárias da UFVJM, em especial ao Departamento de Zootecnia pelo empréstimo da sonda YSI para as medições, em especial ao Prof. Marcelo Mattos Pedreira, à técnica Talita e à pós doutoranda Mariane, que deram suporte no uso do equipamento.

Ao LIPEMVALE, na pessoa do técnico Abraão, sempre disposto a contribuir com as nossas pesquisas.

À Prefeitura Municipal de Diamantina, pela compreensão da importância da elaboração deste trabalho.

Aos colegas Ricardo Brasil, pelo apoio nas questões de informática, Andréa Thomas pelo estímulo e apoio moral, ao colega Frank Alison pelo empréstimo de livros e ideias à colega Isabela pelo empréstimo de um computador portátil em uma etapa decisiva do trabalho.

À todos que me ajudaram a alcançar esta conquista de grande significado para minha vida.

*A vida aqui só é ruim
Quando não chove no chão
Mas se chover dá de tudo
Fartura tem de montão*

(“O último pau de arara” Venâncio, Corumba e José Guimarães, 1956)

RESUMO

No cenário atual de acentuação da carência de recursos naturais em grandes e pequenos centros urbanos, a problemática do abastecimento de água potável é uma questão central para a saúde das populações, dada a variedade de doenças veiculadas pela água, especialmente para consumo humano. Cerca de 30% do consumo humano pode ser efetuado com água de chuva, dado muito importante tendo em vista a escassez do recurso. Em tempos de mudanças climáticas (estiagens prolongadas, cargas de chuvas concentradas, etc.) a retomada de conhecimentos ligados ao aproveitamento da água de chuva é de interesse para a população urbana e rural. A procura por caminhos de aperfeiçoamento das técnicas de uso sustentável de recursos naturais é a meta deste trabalho, enfocando a recolha da água de chuva como estratégia possível e re-emergente para os tempos atuais. São objetivos específicos da pesquisa: avaliar a qualidade da água de chuva em Diamantina (MG) e desenhar filtros naturais que viabilizem o uso não potável de forma segura. Como a falta de tratamento da água está relacionada diretamente com a transmissão de doenças, é evidente a importância do trabalho quanto aos aspectos de saúde ambiental e ao atendimento da linha de pesquisa 'Tecnologia e vigilância em saúde' do Mestrado Interdisciplinar SaSA e do Laboratório de Construções Sustentáveis no LIPEMVALE (UFVJM). Foram desenvolvidos protótipos de filtros compostos de areia, carvão e pedra, caracterizados pelo uso de materiais de fácil obtenção, para a purificação da água de chuva recolhida em telhados de cerâmica. As amostras foram coletadas de Janeiro a Maio de 2017, sendo avaliados parâmetros físico-químicos (condutividade, cor aparente, pH, turbidez e salinidade) e microbiológicos (coliformes totais e *Escherichia coli*) antes e depois de passarem pelo processo de filtração. A água de chuva apresentou valores compatíveis com usos não potáveis. O filtro alterou positivamente a qualidade da água de chuva da classe 4 para a classe 3, conforme a resolução CONAMA 357/2005. O aproveitamento da água de chuva foi considerado tecnologia social devido ao baixo custo e replicabilidade, sendo indicado para usos não potáveis.

Palavras chave: Comunidades rurais. Purificação da água. Recursos hídricos. Sustentabilidade ambiental. Tecnologias construtivas de baixo custo.

ABSTRACT

In the current scenario of accentuation of the lack of natural resources in large and small urban centers, the problem of the supply of drinking water is a central issue for the health of populations, given the variety of diseases transmitted through water, especially for human consumption. About of 30% of human consumption can be made with rainwater, a very important factor given the scarcity of the resource. In times of climate changes (prolonged droughts, loads of concentrated rain, etc), the resumption of knowledge related to the use of rainwater is of interest to the urban and rural population. The search for ways to improve the techniques of sustainable use of natural resources is the goal of this paper, focusing the collecting rainwater as a re-emergent strategy for current times. The specific objectives of the research are: to evaluate the quality of rainwater in Diamantina (Minas Gerais, Brazil) and to design natural filters that enable non-potable use in a safe way. As the lack of water treatment is directly related to the transmission of diseases, it is evident the importance of the work on the aspects of environmental health and the attendance of the research line 'Technology and health surveyllance' of the Interdisciplinary Master SaSA and the Laboratory of Sustainable Buildings in Lipemvale (UFVJM). Prototypes of sand, charcoal and stone composite filters were developed characterized by the use of readily available matrices for the purification of rain water collected on ceramic roofs. The samples were collected from January to May of 2017, and evaluated physical chemical parameters (conductivity, apparent color, pH, turbidity and salinity) and microbiological parameters (total coliforms, and *Escherichia coli*) were evaluated before and after of filtration process. Rainwater presented values compatible with non-potable uses. The filter positively changed the rainwater quality from class 4 to class 3, according CONAMA resolution 357/2005. The use of rainwater was considered social technology due to the low cost and replicability.

Keywords: Rural communities. Water quality. Water resources. Environmental sustainability. Low cost building technologies.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 – Chuvas orográficas	26
Figura 2 – Chuvas ciclônicas ou frontais	26
Figura 3 – Chuvas convectivas	27
Figura 4 – Ciclo hidrológico	31
Figura 5 – Vista aérea do distrito de Bento Rodrigues, Mariana, MG	33
Figura 6 – Aspecto de domicílios do Projeto P1MC	39
Figura 7 – Sistema de aproveitamento de águas pluviais na Alemanha	46
Figura 8a – Diferentes modelos de calhas	48
Figura 8b – Diferentes modelos de calhas	48
Figura 9 – Esquema de descarte da água de chuva	49
Figura 10 – Esquema do projeto minicisterna	50
Figura 11 - Dispositivo de rejeição da água de limpeza do telhado	50
Figura 12 – Filtro VF1 de água de chuva	51
Figura 13 – Modelo de “freio d’água”	56
Figura 14 – Detalhe da construção da cisterna de placas	57
Figura 15 – Tanque metálico utilizado na Austrália	57
Figura 16 – Diagrama de cisternas com reservatório duplo e simples	58
Figura 17a – Sistemas de armazenamento com barris	59
Figura 17b – Sistemas de armazenamento com barris	59
Figura 18 – Localização do experimento	61
Figura 19 – Vista geral do sistema de coleta	63
Figura 20 – Vista lateral do sistema de coleta	63
Figura 21 – Vista frontal de um dos telhados do sistema de coleta	64
Figura 22 – Protótipo do primeiro sistema de filtro	66
Figura 23 – Protótipo do segundo sistema de filtro	67
Figura 24 – Protótipo do terceiro sistema de filtro	68
Figura 25a – Vista lateral do quarto sistema de filtro	69
Figura 25b – Vista superior do quarto sistema de filtro	69
Figura 26a – Sistema de filtro de areia ascendente	75
Figura 26b – Sistema de filtro de areia descendente	75
Figura 27 – Modelos de <i>Abanbards</i>	98

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 – Precipitação média Diamantina, MG – 1977 a 2009	27
Gráfico 2 – Precipitação média Diamantina, MG – 1987 a 2016	100
Gráfico 3 – Capacidade de atendimento de reservatórios	103

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Demandas médias para o abastecimento urbano no Brasil	38
Tabela 2 – Padrões de aceitação da água para uso humano	40
Tabela 3 – Padrão microbiológico de potabilidade da água de chuva	41
Tabela 4 – Parâmetros de qualidade da água de chuva	42
Tabela 5 – Valores de consumo predial	55
Tabela 6 – Consumo de água para uma residência em estudo na USP	56
Tabela 7 – Parâmetros de análise da água de chuva coletada	71
Tabela 8 – Medições de pH de três tipos de pedra para uso nos filtros	73
Tabela 9 – Tabela comparativa dos modelos de filtro propostos	74
Tabela 10 – Avaliação de parâmetros da água de chuva (16/01/2017)	77
Tabela 11 – Avaliação de parâmetros da água de chuva (02/02/2017)	78
Tabela 12 – Avaliação de parâmetros da água de chuva (20/03/2017)	79
Tabela 13 – Avaliação de parâmetros da água de chuva (24/04/2017)	81
Tabela 14 – Avaliação de parâmetros da água de chuva (16/05/2017)	82
Tabela 15 – Avaliação de parâmetros de água do teste com o quarto filtro (11/07/2017)	84

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
ABCMAC	Associação Brasileira de Captação e Manejo da Água de Chuva
APHA	<i>American Public Health Association</i>
ASA	Articulação do Semiárido Nordeste
COPASA	Companhia de Saneamento de Minas Gerais
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
INMETRO	Instituto Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial
ISO	<i>International Organization of Standardization</i>
INMET	Instituto Nacional de Meteorologia
LIMPEMVALE	Laboratório Integrado de Pesquisas Multiusuário dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri
MS	Ministério da Saúde
NBR	Norma Brasileira
PET	Poli tereftalato de etileno
P1MC	Projeto 1 Milhão de Cisternas
PVC	Policloreto de vinilo
SISBI	Sistema de bibliotecas
SUS	Sistema Único de Saúde
UFVJM	Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri
UFRJ	Universidade Federal do Rio de Janeiro
UNEP	United Nations Environment Program
USP	Universidade de São Paulo
UTM	Universal Transversa de Mercator
VIGIÁGUA	Programa Nacional Vigilância da Qualidade da Água para Consumo Humano

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	25
1.1 O clima e a chuva em Diamantina (MG)	25
1.2 Estrutura do trabalho	27
2 OBJETIVOS	29
2.1 Objetivo geral	29
2.2 Objetivos específicos	29
3 REVISÃO DA LITERATURA	31
3.1 Aspectos gerais	31
3.2 Contextualização sobre a água	33
3.3 O aproveitamento da água de chuva	35
3.4 Normativas	39
3.4.1 NBR 9.898	39
3.4.2 Portaria 1.469	40
3.4.3 NBR 15.527	41
3.5 Qualidade da água de chuva	42
3.6 Estratégias de coleta e manejo	44
3.7 Componentes do sistema	45
3.7.1 Superfície de coleta	46
3.7.2 Sistema de transporte	47
3.7.3 Dispositivo de descarte	48
3.7.4 Sistemas de filtros	51
3.7.5 Sistemas de armazenamento	54
4 METODOLOGIA	61
4.1 Tipo de estudo	61
4.2 Localização do estudo	61
4.3 Descrição do experimento	62
4.4 Coleta da água de chuva	62
4.5 Filtros	64

4.6 Dados de qualidade da água	70
4.7 Preparação dos filtros	71
5 RESULTADOS E DISCUSSÃO	73
5.1 Estudo comparativo dos filtros	73
5.2 Resultados de coleta da água de chuva	75
5.3 Comentários gerais sobre os resultados	84
6 CONCLUSÕES	87
7 REFERÊNCIAS	89
8 ANEXOS	97
ANEXO A – PANORAMA HISTÓRICO DO MANEJO DA ÁGUA DE CHUVA	97
ANEXO B – ESTUDO DE VOLUME IDEAL DE RESERVATÓRIO PARA DIAMANTINA (MG)	100
ANEXO C – TABELAS COM OS RESULTADOS DE ANÁLISE DE ÁGUA REALIZADOS PELA COPASA	105
ANEXO D – CARTILHA PARA USO DA ÁGUA DE CHUVA EM COMUNIDADES RURAIS	121

1 INTRODUÇÃO

Como recurso finito e fundamental para a vida no planeta, a água apresenta crescente demanda influenciada por diversos fatores como a poluição de mananciais e o crescimento urbano desordenado. Esta situação gera um desequilíbrio entre oferta e demanda de água potável no mundo aumentando os riscos de desabastecimento e a necessidade de racionamento.

Como alternativa para a água potável têm-se intensificado as pesquisas sobre o aproveitamento da água de chuva visando a redução da demanda por água potável, que pode significar redução de custos de captação, tratamento e transporte de água, além da preservação ambiental pelo controle de enchentes e incremento da segurança hídrica.

A exacerbação da situação de falta de abastecimento de água em vários centros urbanos observada atualmente no Brasil representa uma diretiva para a pesquisa de alternativas para o atendimento de necessidades básicas e também preservação ambiental.

Neste contexto o aproveitamento da água de chuva representa uma tecnologia social voltada para a preservação de recursos naturais, com repercussões positivas para a saúde humana e para o meio ambiente.

A contaminação por microrganismos, metais pesados e outros produtos pode alterar a qualidade da água de coleta, desqualificando-a em termos de padrões de potabilidade.

Possibilitar o aproveitamento da água de chuva, através da sua purificação utilizando filtros simplificados, para usos externos como irrigação de jardins, limpeza, construção civil, de forma acessível a populações de baixa renda em comunidades rurais na região de Diamantina (MG), foi o foco deste trabalho elaborado dentro da linha de pesquisa ‘Tecnologia e vigilância em saúde’.

1.1 O clima e a chuva em Diamantina (MG)

Diamantina (MG) possui um clima quente e temperado, sendo que as chuvas concentram-se mais no verão que no inverno. A classificação do clima é Cwb, de acordo com Köppen e Geiger (1930), com temperatura média de 18 °C e pluviosidade média anual de 1498 mm¹. Gianotti et al. (2011) referem-se à mesma classificação do clima, qualificado como tropical de altitude com chuvas de verão. De uma forma mais detalhada e considerando o padrão local de chuvas, “o clima é tropical com domínio climático subsequente e

¹<https://pt.climate-data.org/location/25028/>. Acesso em 04/07/2017.

subdomínio semiúmido, apresentando uma variedade climática de 4 a 5 meses secos” (IBGE, 1977).

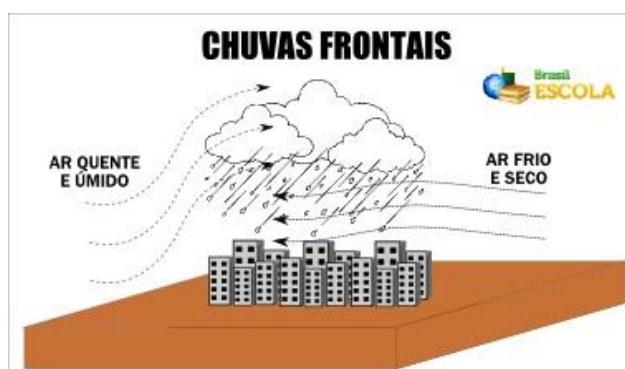
Já Ribeiro et al. (2011) afirmam que todo o Estado de Minas Gerais é afetado por chuvas de origem orográfica e também ciclônica, com chuvas de longa duração e de intensidades baixa a média, assim como frentes quentes e úmidas provenientes do Equador. Chuvas orográficas ou de relevo são aquelas onde a massa de ar úmido encontra uma barreira topográfica e se eleva, originando chuvas localizadas intermitentes e de elevada intensidade (MAY, 2004).

Figura 1 - Chuva orográfica².



Segundo a mesma autora, as chuvas ciclônicas ou frontais ocorrem quando massas quentes e frias se encontram originando a precipitação das massas quentes que arrefecem e atingem o ponto de saturação, formando nuvens que se condensam.

Figura 2 - Chuvas ciclônica ou frontais².



Já as chuvas convectivas ou de verão ocorrem quando o ar quente ao subir, sofre resfriamento, provocando a condensação e a precipitação do vapor d'água.

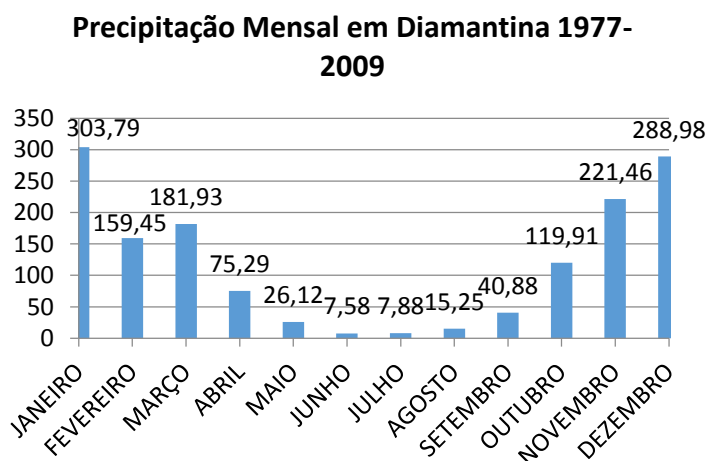
²PENA, Rodolfo F. Alves. "Tipos de Chuva"; *Brasil Escola*. Disponível em <<http://brasilescola.uol.com.br/geografia/tipos-chuva.htm>>. Acesso em 04/07/2017.

Figura 3 - Chuva convectivas³



Ribeiro et al (2011) elaboraram estudo trabalhando com dados da estação meteorológica do INMET em Diamantina (latitude de 18,25°S, longitude de 43,60°W), compreendendo os anos de 1977 a 2009, concluindo que a estação chuvosa considerada (Outubro a Março) concentra 88,06% do total precipitado.

Gráfico 1 – Precipitação mensal média em Diamantina – 1977 a 2009⁴



1.2 Estrutura do trabalho

O conteúdo deste trabalho se encontra estruturado da seguinte forma:

Este Capítulo 1 é a introdução do presente trabalho.

³PENA, Rodolfo F. Alves. "Tipos de Chuva"; *Brasil Escola*. Disponível em <<http://brasilestola.uol.com.br/geografia/tipos-chuva.htm>>. Acesso em 04/07/2017.

⁴Adaptado de Ribeiro et al (2011).

No Capítulo 2 são colocados os objetivos da pesquisa para o uso da água de chuva em ambiente rural de forma sustentável.

No Capítulo 3 são abordados como revisão da literatura os principais aspectos do aproveitamento da água de chuva como a presença da água no ambiente natural, consequências da ação antrópica sobre a disponibilidade hídrica e um painel sobre o aproveitamento da água de chuva no Brasil e em outros países. Além disso, são apresentadas as normas brasileiras vigentes sobre o assunto, onde se definem os parâmetros de análise adotados e os componentes básicos do sistema, assim como estratégias para a coleta e o aproveitamento da água de chuva.

No Capítulo 4 é descrita a metodologia utilizada, sendo explicitadas as características do experimento desenvolvido para o estudo da água de chuva em Diamantina (MG), com ênfase nos filtros de areia desenvolvidos para descontaminação do material coletado.

No Capítulo 5 são apresentados os resultados de análise dos parâmetros da água de chuva antes e depois da passagem das amostras pelo filtro, além de testes comparativos de desempenho dos protótipos de filtros de areia.

No Capítulo 6 são apresentadas as conclusões do estudo conforme os resultados obtidos.

De forma complementar são apresentados 4 anexos ao estudo: a) histórico sobre o uso da água de chuva; b) estudo para o dimensionamento de reservatório ideal para domicílios populares; c) tabelas contendo os dados de análise das amostras realizados pela COPASA e; d) cartilha de orientação para a construção de um sistema de aproveitamento da água de chuva para comunidades rurais.

2 OBJETIVOS

2.1 Objetivo geral

Pesquisar a eficiência de diferentes filtros compostos (areia, carvão e pedra) no tratamento da água de chuva para usos não potáveis como, por exemplo, a higienização de domicílios (limpeza de pisos, lavagem de roupas), a irrigação de hortas e jardins e o abastecimento de bacias sanitárias.

2.2 Objetivos específicos

1. Identificar fatores determinantes da qualidade da água de chuva;
2. Desenvolver um modelo simplificado de filtro para a purificação da água da chuva coletada e determinar a capacidade ideal de reservatórios para domicílios populares;
3. Elaborar uma cartilha em linguagem acessível sobre a utilização da água de chuva com economia e como alternativa viável de abastecimento de qualidade e com baixo custo.

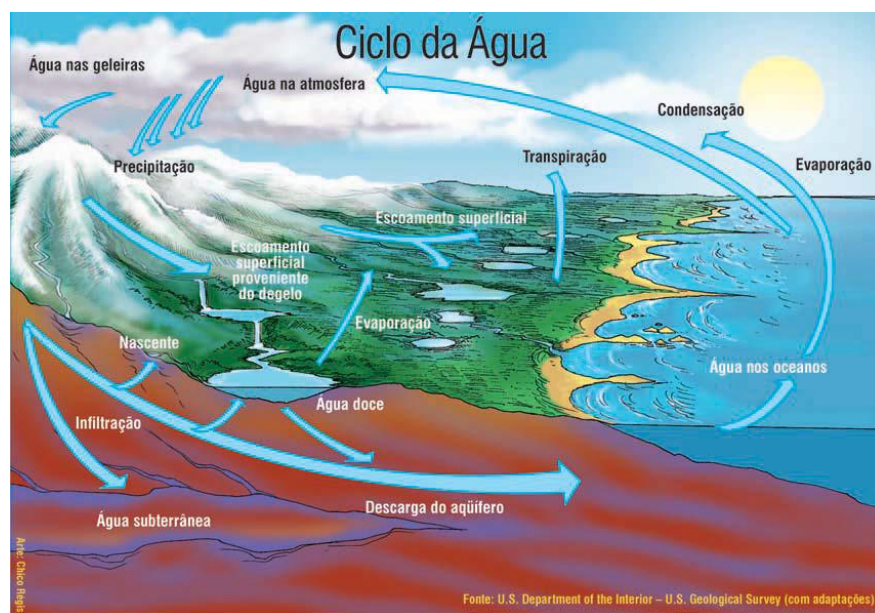
3 REVISÃO DA LITERATURA

3.1 Aspectos gerais

Recursos imprescindíveis como o ar e a água tornam-se escassos e tendem a ter seu índice de qualidade rebaixado devido ao modelo industrial e às deficiências de saneamento, ao uso indiscriminado de agrotóxicos e desequilíbrios da monocultura agrícola. As próprias atividades do setor produtivo atuam diretamente no meio ambiente, ao mesmo tempo em que atraem populações muitas vezes mal atendidas em saneamento e outros serviços urbanos, ensejando a contaminação de rios e corpos hídricos (ALMEIDA et al., 2009).

Na atualidade a água doce é considerada como recurso natural e essencial, sendo considerado bem escasso, tendo em vista o quadro de degradação ambiental e assumindo crescente relevância econômica, estratégica e política (BERTOLO, 2006).

Figura 4 – Ciclo Hidrológico⁵.



O processo de crescimento e concentração urbana, acelerado de forma intensa no século XX, determinou alterações no ciclo hidrológico (Fig. 4), comprometendo a disponibilidade da água. A urbanização acelerada apresenta fatores que influem negativamente para a preservação de recursos hídricos como a excessiva impermeabilização do solo, o aumento das taxas de escoamento superficial, a artificialização e a canalização de

⁵ Adaptado de Consumo Sustentável: Manual de Educação (2005).

cursos d'água, além da poluição direta de mananciais quer pelo esgoto, como por resíduos industriais e subprodutos da cultura urbana (BERTOLO, 2006).

A artificialização de caminhamentos de água naturais e a construção cada vez mais frequente em áreas próximas a córregos com risco de inundação, constituem situações de preocupação na gestão de águas pluviais, uma vez que ocupam locais de suma importância para o escoamento superficial (BERTOLO, 2006). Este aspecto ilustra o valor do aproveitamento de água pluvial tanto para economia do abastecimento público como para facilitar o controle do escoamento de águas superficiais. São artifícios de controle e/ou aproveitamento da água pluvial os poços absorventes, as trincheiras de infiltração, as bacias de infiltração, os filtros de areia enterrados, os reservatórios ou bacias de retenção e sistemas de pavimentos porosos (BERTOLO, 2006). Melo et al. (2014) relatam a experiência bem sucedida de biorretenção nos jardins de chuva para a compensação de áreas urbanas impermeáveis, apresentando experimento realizado em Recife (PE).

A opção por grandes projetos econômicos em detrimento de iniciativas de pequeno porte, característica nos modelos de desenvolvimento, não se revela promissora, haja visto os colapsos que verificamos com cada vez maior frequência. Para Gnadlinger (2006) a tecnologia para o aproveitamento da água de chuva é preterida pelos planejadores públicos como alternativa de abastecimento de água em relação a projetos de grande abrangência. A prioridade neste caso são as iniciativas que envolvem projetos para atendimento de muitas comunidades com absorção maciça de recursos financeiros e mão-de-obra, enfim, projetos de grande polarização econômica. De fato este tipo de experiência é implantada com base em concepções de otimização da produção e do lucro, que várias vezes se traduzem em desequilíbrios ambientais e também de natureza socioeconômica, no sentido em que as doenças surgidas com a deterioração do ambiente impactam na própria economia.

Sistemas de cultivo de monocultura visando a exportação maximizam o ganho de grupos econômicos, alterando as cadeias alimentares de rios pelo uso de agrotóxicos, modificando modos de produção tradicionais e deslocando populações para as cidades ou para regiões menos férteis e mais problemáticas em relação ao uso do solo e da água (ALMEIDA et al. 2009).

Dramática e atual ilustração deste contexto dos riscos dos grandes empreendimentos foi o desastre ocorrido em Mariana em 05 de novembro de 2015, com o rompimento da barragem de Fundão, ocasionando um *tsunami* de rejeitos de mineração que atingiu expressivo contingente populacional e com repercussões para o meio ambiente numa

vasta faixa de território, o quê inviabilizou a sobrevivência de inúmeras comunidades na bacia do Rio Doce⁶.

Figura 5 – Vista aérea do distrito de Bento Rodrigues, Mariana-MG após o desastre ambiental⁶.



3.2 Contextualização sobre a água

Nos últimos anos as questões de preservação dos recursos naturais têm ganhado importância face ao estágio de degradação do meio ambiente, quer seja ocasionado pelo processo de urbanização ou pelo desenvolvimento de atividades produtivas no meio rural. Desta forma a escassez da água tem sido explorada pela mídia em vários contextos como a poluição de mananciais, as secas prolongadas e até a insuficiência de oferta de energia elétrica (ALMEIDA et al, 2009). O problema de contaminação dos recursos hídricos é bastante preocupante. Segundo Bressan e Martini (2005) cada 1.000 litros de água utilizada pelo homem representam 10.000 litros de água poluída. Sendo assim considera-se que a poluição e o mau uso de mananciais sejam os principais fatores determinantes da crise hídrica.

De acordo com Almeida et al. (2009) cada 1 real gasto em saneamento básico corresponde a 4 ou 5 reais de economia no setor de saúde. Segundo estas fontes, o Ministério da Saúde declara que 80% a 90% das internações no país relacionam-se de alguma forma com o uso ou consumo de água contaminada, com a ocorrência de doenças como diarreia, cólera,

⁶ Fonte: <http://especiais.g1.globo.com/minas-gerais/minas-gerais/desastre-ambiental-em-mariana/2016/1-ano-apos-o-mar-de-lama--e-agora/> Acesso em 04/03/2017.

esquistossomose, tracoma e febre tifóide. Isso indica claramente a importância do saneamento na gestão financeira do Sistema Único de Saúde (SUS), no caso brasileiro, por exemplo.

As comunidades localizadas próximo a grandes áreas de cultivo intensivo podem ser afetadas pelo uso excessivo de agrotóxicos na lavoura, como no caso de Lucas do Rio Verde (MS), onde traços de contaminação foram encontrados até no leite humano, conforme o estudo de Palma (2011), com graves consequências para a saúde da população. Naquele mesmo município, Costa et al. (2012) relatam a degradação da qualidade da água de chuva e de fontes de água para consumo humano à contaminação por agrotóxicos.

O abastecimento de água no campo sempre enfrenta graves problemas, visto que não existem iniciativas de tratamento nem redes de distribuição, como ocorre em cidades. Além disso, a captação no meio rural ocorre em poços, riachos e nascentes, muitas vezes sem proteção adequada, sendo vulneráveis à contaminação por animais ou até por dejetos humanos, já que os domicílios muitas vezes localizados à montante do ponto de captação, podem não dispor de uma solução adequada de esgotamento sanitário (CAMBRAIA, 2012).

O assoreamento de nascentes e corpos d'água ocorre quando o solo perde a proteção da cobertura vegetal e se desagrega devido ao contato potencializado das gotas de chuva (MIGUEL; DOS SANTOS, 2007). Conforme Penteado (1983), o assoreamento determina a redução da profundidade dos rios e decorre da ação da chuva, assim como de processos físicos, químicos e da atuação do homem. Este processo é acentuado pelo desmatamento promovido pela agricultura, impedindo que a água seja absorvida pelo solo e aumentando a possibilidade de transporte de materiais para rios e córregos via escoamento superficial (BRANCO, 2000).

Nos tempos atuais tanto áreas de baixa pluviosidade, como o Vale do Jequitinhonha e o Semiárido nordestino, como os grandes centros urbanos enfrentam dificuldades de abastecimento, colocando-se em situação de insegurança quanto à disponibilidade hídrica e quanto ao desenvolvimento social e econômico.

Esta investigação propõe uma sistemática de aproveitamento da água de chuva para comunidades tradicionais localizadas nesta região do Alto Jequitinhonha e proximidades visando uma contribuição em dois sentidos: 1) a água de chuva aproveitada representa economia do recurso hídrico, considerado escasso e cujos processos de captação, tratamento e distribuição são dispendiosos, e pouco disponíveis, especialmente em ambiente rural; 2) a conscientização ambiental a partir da prática e resultados favoráveis.

Como diz Boff (1991, p.81), “os pés não pisam mais o macio da grama verde”, ou seja, distante é o tempo onde percebíamos a natureza à nossa volta. Na sociedade do

“conhecimento e da comunicação” necessário se faz reencontrar a natureza, cuidar dela e também do nosso semelhante, buscando aceitar de forma tanto grata como inteligente, dádivas e dons que nos são dados de forma absolutamente gratuita.

3.3 O aproveitamento da água de chuva

Países como os Estados Unidos da América do Norte (EUA), Alemanha e Japão oferecem financiamentos para projetos que preveem a captação e o uso da água de chuva e adotam políticas de uso racionalizado da água e de preservação ambiental (MAY, 2004).

Tóquio, a capital japonesa, instituiu desde 1984 a necessidade de implantação de sistemas de aproveitamento de águas cinzas (aquelas provenientes de banheiras, chuveiros, lavatórios, máquinas de lavar e lavagem de carros⁷) e água da chuva em todo empreendimento com área construída superior a 30.000 m² (VENTURELI, 2010). Naquela cidade são empregados dois tipos de coleta pluvial: o sistema de reservatório da água de chuva e o sistema de valas de infiltração da água de chuva, devido ao alto índice de impermeabilização e à distância dos reservatórios que alimentam o sistema de abastecimento. Os sistemas de reservatórios diminuem o risco de inundações urbanas e proporcionam economia em irrigação, sistemas de combate a incêndio, lavagem de roupas e vasos sanitários. Já os sistemas de valas contribuem para alimentação de aquífero e também controle de inundações. Estes sistemas existem em outras 16 cidades no Japão, nas quais os usuários recebem ajuda financeira para a instalação de sistemas de coleta. Em Okinawa, o governo local incentiva o uso da água de chuva com um programa de auxílio financeiro próprio, sendo a qualidade da água de alto nível, viável para uso em lavagem de roupas e cozimento de alimentos. Já em Kitakyushu foi construído um edifício com 14 andares com aproveitamento da água de chuva, dispondo de um reservatório subterrâneo de 1 milhão de litros. Além da água de chuva, há o aproveitamento das águas servidas (lavatórios) em todos os vasos sanitários (MAY, 2004).

Em Taiwan o conhecido projeto *Green Buildings* utiliza uma metodologia composta de sete categorias de avaliação como a conservação de energia, a redução do desperdício de materiais, o baixo impacto ambiental e também a proteção de recursos hídricos, sendo considerada aceitável a economia de água potável acima de 20% do consumo total (MAY, 2004).

⁷ Fonte: Viggiano (2012).

Na China, no final da década de 1980 foram desenvolvidas diversas pesquisas em coleta da água de chuva nas regiões semiáridas (Província de Gansu). Os sistemas denominados de agricultura de colheita da água de chuva, atendem ao suprimento doméstico e à produção agrícola, apresentando inovações como, o uso do concreto e modelos desenvolvidos com técnicas modernas de engenharia, para o aumento da durabilidade e da capacidade de armazenamento dos tanques (ZHU; YUANHONG, 2005). Além disso, buscou-se melhorar a eficácia dos sistemas de coleta, o desenvolvimento de sistemas de irrigação com menor consumo e o desenvolvimento de projetos de aproveitamento da água de chuva em hortas e jardins.

Na Austrália cerca de 3 milhões de pessoas ou 1,11 milhões de unidades residenciais utilizam a água de chuva para seu consumo direto, inclusive dessedentização; entretanto seu uso é recomendado para fins menos nobres devido a riscos de contaminação, segundo Bertolo (2006). May (2004) relata que as estratégias de coleta e aproveitamento da água de chuva naquele país proporciona economia da ordem de 45% do consumo total residencial e 65% do consumo agrícola.

Na Alemanha desde 1998 foram introduzidos sistemas de captação da água de chuva como parte de um projeto de desenvolvimento urbano em larga escala, com o objetivo de controle da drenagem urbana e para a criação de um microclima de melhor qualidade. Aproximadamente 10% dos domicílios alemães utilizam de alguma forma a água de chuva (VENTURELI, 2010). De acordo com Fendrich e Oliynik (2002) em várias cidades alemãs o lençol freático é utilizado como fonte de abastecimento, levando ao seu rebaixamento. A coleta de águas pluviais é então utilizada como meio de reposição, sendo infiltradas nestes lençóis. A água de chuva é também armazenada em reservatórios subterrâneos de concreto (de aproximadamente 6 m³) para utilização em bacias sanitárias, lavagem de roupas e outros fins. Um caso pontual é a reurbanização da Praça Daimler-Chrysler Postdamer concluída em 1998, com a finalidade de controle de inundações urbanas e economia de água. Neste empreendimento a água de chuva é coletada de 19 edifícios (com área de coleta de 32.000 m²) e armazenada em reservatório subterrâneo de 3.500 m³, sendo utilizada para descargas sanitárias, irrigação de áreas verdes e reabastecimento de um lago artificial (MÜHLHOFER, 2011).

Em Bangladesh, de acordo com Mühlhofer (2011), o aproveitamento da água de chuva tornou-se uma alternativa para prover o consumo de água potável em regiões afetadas pela contaminação por arsênico. A Organização Não Governamental *Drinking Water Supply and Sanitation* promove desde 1997 a construção de cerca de 1.000 sistemas de captação da

água de chuva, especialmente em ambiente rural e com finalidade inclusive para consumo direto e tem tido boa aceitação como fonte segura. Os testes realizados neste projeto indicam que a água de chuva pode ser conservada por até cinco meses sem contaminação biológica. Já a ONG Fórum criou alternativas para o uso da água de chuva em cidades, garantindo o seu consumo como fonte segura (UNEP, 2017).

No aeroporto de Changi, em Cingapura existe um grande sistema para aproveitamento da água de chuva (MÜHLHOFER, 2011). Este sistema capta a água na pista e em áreas verdes de onde é direcionada para dois reservatórios, sendo um regulador dos picos do fluxo pluvial na estação chuvosa e o outro para o escoamento superficial. Os usos são não potáveis (descargas sanitárias e reserva de combate a incêndio), mas representam uma economia de 28 a 33% do consumo total (UNEP, 2017).

A Indonésia enfrenta problemas com a diminuição da taxa de infiltração da água pluvial no subsolo. O incremento das áreas pavimentadas, construções devido ao crescimento populacional determina o decréscimo das recargas nos lençóis urbanos e o aumento do consumo dos aquíferos subterrâneos. Tendo em vista a gravidade da situação, atualmente a legislação exige que as construções possuam um poço de infiltração. O objetivo é reduzir o déficit de abastecimento de 53%, verificado em 2000, para 37% em futuro próximo, proporcionando uma economia de 16% no abastecimento (MÜHLHOFER, 2011).

Na Tailândia, conforme UNEP (2017), a captação da água de chuva em telhados com armazenamento em jarros constitui uma alternativa barata e viável para a obtenção de água potável de boa qualidade. A escassez se deve à falta de grandes rios nas regiões agrícolas e à alta salinidade registrada nos aquíferos subterrâneos, segundo Fendrich e Oliynik (2002). Os jarros representam importante opção para a proteção da água contra a contaminação por insetos e resíduos sólidos. Estes jarros possuem capacidades que variam de 100 a 3.000 litros, e possuem tampa, torneira e dreno.

No Brasil a região nordeste se destaca no aproveitamento da água de chuva de acordo com Mühlhofen (2011), onde ONG's e associações comunitárias trabalham o tema há pelo menos quatro décadas. Aquela região do semiárido, além das peculiaridades próprias do clima seco, ainda apresenta solos com alto grau de antropização (cerca de 54% do bioma caatinga). Segundo Gnadlinger (2006) as regiões que mais precisam do abastecimento da água de chuva são aquelas nas quais o subsolo é cristalino (formado por granito ou gnaiss, rochas pouco porosas⁸) e onde não existe lençol freático adequado, mas apenas pequenos bolsões de

⁸ Fonte: <http://www.irpaa.org/ebookbr/page6.htm>. Acesso em 04/03/2017.

água, quase sempre salobra, localizadas entre as rochas e limitada quantidade de água subterrânea na aluvião do leito de riachos intermitentes. A Tabela 1 descreve as demandas de abastecimento urbano de água por região no Brasil entre 2005 e 2025.

Tabela 1 – Demandas médias para abastecimento urbano no Brasil⁹

Ano	Demandas por Região Geográfica (m ³ /s)					Total Brasil (m ³ /s)
	Norte	Nordeste	Centro Oeste	Sudeste	Sul	
2005	34	115	33	247	65	494
2015	45	136	39	275	75	570
2025	54	151	44	298	83	630

De acordo com dados da Articulação do Semiárido Nordestino (ASA), pequena parte da região possui pluviosidade abaixo de 400 mm/ano, sendo a média 750 mm/ano, mas distribuídos de forma heterogênea no tempo e no espaço. Entretanto, segundo o UNEP (2010), os anos mais secos dificilmente atingem índices inferiores a 200 mm/ano.

Neste contexto a ASA coordenou a implantação do Projeto 1 Milhão de Cisternas (P1MC), unindo ONG's e governo federal na construção de cisternas para benefício de uma população de cinco milhões de pessoas em cinco anos. Segundo a ASA pode-se listar como benefícios do programa P1MC o atendimento até outubro de 2010, de quase 290 mil famílias, com a melhoria da qualidade de vida destas populações. Além disso, o P1MC proporciona a redução da incidência de doenças de veiculação hídrica, pois as cisternas (Figura 6) não permitem a entrada de luz solar e garantem a eliminação de 90% de bactérias (GNADLINGER, 2007). As populações atendidas são beneficiadas com o aumento de sua autonomia frente à manipulação política de políticos e latifundiários, uma vez que possuem abastecimento descentralizado. Outros pontos positivos da implantação das cisternas são o controle do escoamento superficial proporcionando combate à erosão, preservação do lençol freático e redução na produção de resíduos sólidos; e a simplicidade técnica e baixo custo da construção das cisternas, que possuem durabilidade superior a 40 anos, conforme com Gnadlinger (2006).

Com relação ao uso de cisternas de armazenamento, Silva et al. (2012) relacionam como fatores que podem comprometer a qualidade, a mistura de diferentes fontes de água na cisterna e a falta de barreiras sanitárias no sistema de coleta e manejo. Também enfatizam a

⁹ Fonte: ATLAS (2010).

necessidade de se promover campanhas e treinamentos sobre o uso correto do sistema, desde a coleta até o consumo domiciliar.

Desta forma o conceito de captação e aproveitamento da água de chuva foi incorporado a programas de educação na região do semiárido e vem se expandindo para outras regiões do Brasil (MÜHLHOFEN, 2011), com a fundação da Associação Brasileira de Captação e Manejo da água de chuva (ABCMAC) em 1999.

Neste aspecto o município de Diamantina encontra-se em posição de vanguarda, com legislação aprovada no sentido de se exigir o aproveitamento da água de chuva para edificações com área de cobertura superior a 500 m² (PREFEITURA MUNICIPAL DE DIAMANTINA, 2015).

Figura 6 – Aspecto do sistema de coleta do Projeto 1 Milhão de Cisternas¹⁰



3.4 Normativas

Existem várias normas que organizam os serviços relacionados à água no Brasil. Estas normas regulam desde procedimentos e formas de coleta até responsabilidades na análise, manutenção e acompanhamento dos padrões de utilização da água, seja para uso potável ou não. Definem parâmetros a serem seguidos para a utilização da água com segurança, evitando o risco de disseminação de doenças.

3.4.1 NBR 9.898 (ABNT, 1987)

Esta é a norma mais antiga e estabelece padrões de conduta referente à coleta de amostras e preservação de amostras de água, tanto para análise de fontes de abastecimento,

¹⁰Fonte: http://www.webpiaui.com.br/localizacao/manchete-secundaria/encontro-avalia-programa-das-cisternas-rurais/#.WL8BRm_yuUk. Acesso em 07/03/2017

mas também em unidades de hemodiálise, onde é imprescindível evitar ocorrência de contaminação. Define o planejamento do número de amostras, dos pontos de coleta de forma garantir representatividade do efluente ou fonte pesquisada. Nesta norma encontram-se ainda outras recomendações como a temperatura em que devem ser mantidas as amostras em trânsito (de 3°C a 10°C) e também todos os adequados procedimentos para o manuseio de amostras, desde o material utilizado, cuidados com higiene, validade das amostras, tipos de frascos para cada tipo de análise, etc. Além disso faz referência ao Programa Nacional de Vigilância da Qualidade da Água para Consumo Humano (VIGIÁGUA) com relação às análises requeridas para o seu atendimento: análise microbiológica (cloriformes totais e *Escherichia coli*); análise organoléptica (turbidez); análise físico-química (fluoreto); e análise toxicológica (traços de agrotóxicos, THM e metais).

3.4.2 Portaria 1.469 (BRASIL, 2001)

Esta portaria do Ministério da Saúde regulamenta aspectos como responsabilidades das diversas esferas de governo em relação à análise e o controle de qualidade da água, fornece conceitos gerais sobre o assunto e define padrões de potabilidade da água. Estes padrões dividem-se em padrões microbiológicos, de turbidez (organolépticos) e também padrões para consumo humano, relacionando alguns parâmetros considerados importantes. Define a obrigatoriedade de elaboração de planos de amostragem pela autoridade de saúde pública e também a necessidade de que haja um responsável técnico por cada sistema de abastecimento, e sendo a água fornecida coletivamente, ela deve sofrer processo de desinfecção para atendimento aos parâmetros microbiológicos contidos na norma. As Tabelas 2 e 3 apresentam os padrões de qualidade da água contidos na portaria 1.469 (Brasil, 2001).

Tabela 2 – Padrões de aceitação da água para consumo humano, segundo a Portaria 1.469, MS¹¹.

PARÂMETRO ¹	UNID	VMP (valor máx. permitido)
Cor aparente	UH ²	15
Dureza	mg /l	500
Odor	-	Não objetável
Gosto	-	Não objetável
Turbidez	UT	5

Notas

1-Foram selecionados apenas alguns parâmetros de interesse da presente pesquisa.

¹¹ Fonte: BRASIL (2001).

2-Unidade de Hazen (mgPt-Co/L);

§1º- Recomenda-se que no sistema de distribuição o pH esteja na faixa de 6,0 a 9,5.

§2º- Recomenda-se que o teor máximo de cloro residual livre seja de 2,0 mg/L.

§2º- Recomenda-se que se realizem testes para a detecção de gosto e odor em amostras de água provenientes da saída do tratamento e de redes de distribuição conforme o plano mínimo de amostragem estabelecido para cor e turbidez.

Tabela 3 – Padrão microbiológico de potabilidade da água para consumo humano segundo a Portaria 1.469, MS¹¹.

PARÂMETRO	VMP ¹
Água para consumo humano ²	
<i>Escherichia coli</i> ou coliformes termotolerantes ³	Ausência em 100 ml
Água na saída do tratamento	
Coliformes totais	Ausência em 100 ml
Água tratada no sistema de distribuição (reservatórios e rede)	
<i>Escherichia coli</i> ou coliformes termotolerantes ³	Ausência em 100 ml
Coliformes totais	Sistemas que analisam 40 ou mais amostras / mês: Ausência em 100 ml em 95% das amostras mensais Sistemas que analisam menos de 40 amostras / mês: Somente uma amostra mensal poderá apresentar resultado positivo em 100 ml.

Notas

1-Valor máximo permitido;

2-Água para consumo humano em toda e qualquer situação, incluindo fontes individuais como poços, minas, nascentes, dentre outras.

3-A detecção de *Escherichia coli* deve ser preferencialmente adotada.

3.4.3 NBR 15.527 (ABNT, 2007)

Trata-se da norma brasileira específica para o aproveitamento da água de chuva, detalhando aspectos da coleta em telhados e coberturas e ressaltando o uso não potável. De acordo com esta norma, para o dimensionamento do projeto deve-se considerar fatores como o nível de alcance do projeto, a população atendida além da demanda requerida para o atendimento. É complementada pela NBR 5.626 (ABNT, 1998) referente a instalações prediais de água fria, e também pela NBR 10.844 (ABNT, 1989), que versa sobre critérios para projetos de drenagem de águas pluviais. Outro aspecto enfocado pela NBR 15.527 é a necessidade de estudos pluviométricos (séries históricas e sintéticas) da região onde se pretende instalar a coleta. Esta norma prescreve que para o dimensionamento de calhas e condutores devem ser considerados a vazão de projeto, tempo de retorno e intensidade das

chuvas e que para a coleta devem ser previstos dispositivos de remoção de detritos e impurezas como grades ou telas; caso seja previsto dispositivo de descarte da primeira chuva, a recomendação é o descarte de 2 mm e com funcionamento automático. A norma determina valores de referência para os principais parâmetros de qualidade mostrados na Tabela 4.

Tabela 4 – Parâmetros de qualidade da água de chuva para usos restritivos não potáveis segundo a NBR 15.527¹².

PARÂMETRO	PERIODICIDADE DA ANÁLISE	PADRÃO
Coliformes totais	Semestral	Ausência em 100 ml
Coliformes termotolerantes	Semestral	Ausência em 100 ml
Cloro Residual livre ^a	Mensal	0,5 a 0,3 mg/L
Turbidez	Mensal	< 2,0 uT ^b , para usos menos restritivos < 5,0 uT
Cor aparente	Mensal	< 15 uH ^c
Ph	Mensal	6,0 a 8,01

Notas: Podem ser utilizados outros processos de desinfecção além do cloro, como aplicação de raio ultravioleta e aplicação de ozônio;

^aCaso sejam usados compostos de cloro para desinfecção;

^buT é unidade de Turbidez

^cuH é unidade de Hazen

A norma cita ainda vários métodos para cálculo do volume de reservatórios como o método de Rippl, o método da simulação, o método Azevedo Neto e metodologias internacionais como o método prático inglês, o método prático alemão e o método prático australiano.

3.5 Qualidade da água de chuva

A qualidade da água a ser utilizada assume papel fundamental na pesquisa por sistemas para a captação e uso da água de chuva. Conforme Meera e Ahammed (2006), a contaminação acontece devido à presença de fatores que influem na qualidade da água coletada, podendo estar nas diversas etapas do sistema de coleta (no telhado, calhas, tubulações, reservatórios, etc.). Sendo assim, parte importante do trabalho consiste em investigar os fatores que influem de forma determinante na qualidade da água e também quais são os melhores métodos e estratégias para otimizá-los de forma a evitar a disseminação de doenças de veiculação hídrica.

¹² Fonte: ABNT (2007).

Doenças de veiculação hídrica são basicamente disseminadas pela ingestão de água ou alimentos contaminados, por fezes humanas ou de animais, e determinam a necessidade de medidas de prevenção para se evitar doenças (DO AMARAL et al., 2003). Pesquisas realizadas em diversos países relacionam a ocorrência de doenças à qualidade da água de consumo. Moe et al. (1991) refere-se a pesquisa realizada nas Filipinas onde se concluiu que crianças que consumiam água contaminada com matéria fecal (presença de $>10^3$ *Escherichia coli* / 100mL) apresentaram maior ocorrência de diarreia, que outras que consumiam água de melhor qualidade. Também em países desenvolvidos (Reino Unido, Estados Unidos da América e Canadá), estudos semelhantes relacionaram o nível de contaminação de água à ocorrência de doenças no ambiente rural (DO AMARAL et al., 2003).

Embora a aplicabilidade do sistema de captação e uso da água de chuva seja adequado tanto ao campo quanto à cidade, é no meio rural que é mais utilizado, visto que, mesmo com as deficiências de atendimento, na cidade os sistemas de água e esgoto estão mais organizados. Apesar dos esforços em se implementar uma reforma agrária, muitos empreendimentos esbarram na falta de estrutura para alcançar um patamar superior de produção e de qualidade de vida. Fatores como a falta de saneamento básico e de um manejo adequado dos resíduos, trazem consequências negativas tanto para a saúde ambiental quanto à saúde individual, mesmo em empreendimentos voltados para o desenvolvimento sustentável. Alves Filho e Ribeiro (2014) apontam a distância existente entre o discurso de propostas de sustentabilidade em políticas públicas de reassentamento e sua efetiva realização. As questões de saúde pública ficam relegadas a um plano secundário, com prejuízos ao desenvolvimento daquelas populações. Neste aspecto, a aplicação de técnicas alternativas para o saneamento ambiental (esgotamento sanitário, aproveitamento e tratamento de água pluvial) podem ser importantes aliados na adoção de técnicas de caráter sustentável, agregando valores à saúde e à produção e reafirmando a proposição de projetos agroecológicos.

Neste trabalho, o aproveitamento da água pluvial é considerado indiretamente como fator de economia de energia, na medida em que a utilização deste recurso de caráter renovável impacta de forma positiva a oferta de água por parte de sistemas de atendimento público. “A recolha da água de chuva não é apenas uma medida de conservação de água, é também uma medida de conservação de energia, pois a energia requerida para operar um sistema de água centralizado é reduzida.” (BERTOLO, 2006, p. 6).

Na análise da água de chuva consideram-se fatores de diversas ordens. Nakada e Moruzzi (2014) relacionam como fatores determinantes da sua qualidade, fatores físico-químicos, microbiológicos, meteorológicos e geográficos, além da presença de vegetação e poluição. Como fatores microbiológicos destacamos, como já foi dito, a presença de microrganismos patológicos na água. Na revisão da literatura, são frequentemente analisados índices de *Escherichia coli* (*E. coli*), coliformes totais, *Streptococcus* fecais e bactérias heterotróficas totais (NAKADA; MORUZZI, 2014). Bertolo (2006) relaciona *Salmonella*, *Legionella-like spp.*, *Clostridium perfringens*, *Aeromonas*, *Vibrioparahaemolyticus*, *Campylobacter*, *Cryptosporidium*, e *Giardia*, como agentes causadores de moléstias passíveis de análise. São considerados fatores de ordem físico-química a turbidez, a cor aparente, a temperatura, o pH e a presença de sólidos totais. Como fatores meteorológicos, temos a intensidade, duração e o tipo de precipitação, o regime de ventos e as estações do ano. Já os fatores geográficos são a proximidade de mares e oceanos, ou de áreas predominantemente urbanas ou rurais, além é claro, dos índices de pluviosidade.

Para Nakada e Moruzzi (2014, p. 3), o estudo da variabilidade da qualidade da água é determinante para a concepção de projeto de sistemas de tratamento. A característica de variabilidade das águas de chuva (que é propagada de montante a jusante) e a operação contínua do sistema são as diferenças a serem consideradas na escolha de tecnologias de tratamento entre os sistemas de águas pluviais e de mananciais (NAKADA; MORUZZI, 2014). É ressaltada a importância de uma adequada análise estatística dos dados coletados, possibilitando identificar as inter-relações que ocorrem entre os parâmetros de análise (NAKADA ; MORUZZI, 2014). Naquele estudo foi realizada a análise de componentes principais das diversas amostras, identificando as variáveis físico-químicas e microbiológicas mais importantes para a avaliação da variabilidade da qualidade da água e foram estudadas as inter-relações entre as variáveis a partir de uma matriz de correlação, com nível de significância $\alpha = 0,05$.

3.6 Estratégias de coleta e manejo

Regra geral, a qualidade da água se eleva na medida em que a protegemos de luz (essencial ao desenvolvimento de algas) e microrganismos no reservatório e desde que o fluxo de entrada de água não coloque em movimento os sedimentos depositados no fundo.

Bertolo (2006, p. 19), relaciona alguns cuidados essenciais para o projeto de um sistema de recolha de água pluvial:

- as superfícies de captação devem permanecer limpas, com material “suave, limpo e não tóxico”, eliminando-se ramos de árvores pendentes sobre estas superfícies ou telhados;
- as tubulações de saída do reservatório devem estar a no mínimo 5 cm do fundo, que deve ser inclinado em direção a uma depressão;
- o reservatório deve ter uma visita para a passagem de um homem, para sua adequada limpeza;
- as tubulações de entrada devem possuir malhas para impedir a entrada de animais, insetos e pequenos sólidos;
- o reservatório deve impedir a entrada de luz;
- o sistema deve possuir filtro e/ou dispositivo de descarte antes do reservatório, para proteção contra folhas e outros detritos acumulados no telhado.

Segundo Bertolo (2006) a viabilidade do sistema de captação da água de chuva depende de três fatores: o índice pluviométrico, a área de coleta e a demanda.

Já para a utilização da água de chuva para o consumo humano o sistema de filtração deve ser aprimorado para garantia de qualidade da água armazenada. De acordo com Coombes (2002), este tipo de sistema atende a cerca de 3 milhões de australianos, que utilizam a água para beber, o que demonstra a viabilidade do uso da água de chuva para consumo humano.

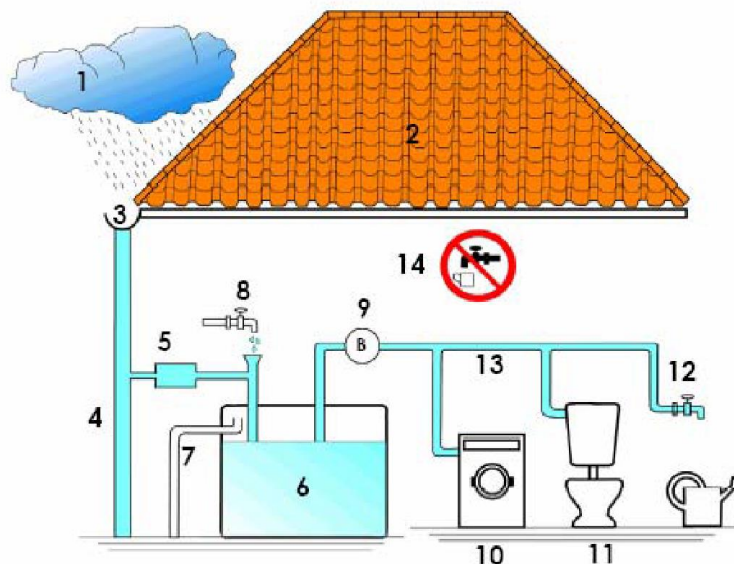
O reservatório deve ser perfeitamente estanque, evitar a entrada de luz, sólidos e de animais estranhos ao processo, que possam prejudicar a qualidade de pureza da água armazenada. Visando buscar soluções de baixo custo, devem ser pesquisados materiais alternativos que atendam às necessidades relacionadas e que sejam ao mesmo tempo acessíveis.

3.7 Componentes do sistema

O aproveitamento da água da chuva através de sistemas de coleta em telhados de edificações de diversos usos proporciona não só economia de água, mas também contribui para desonerar as redes pluviais urbanas (FERRAZ et al., 2012).

Os componentes do sistema são mostrados na Figura 7, a seguir.

Figura 7 – Sistema de aproveitamento de águas pluviais utilizado na Alemanha¹³



Legenda: 1- Precipitação; 2- Superfície de recolha (telhado da habitação); 3 - Calceiras; 4 - Tubos de Queda; 5 - Equipamento de autolimpeza; 6 -Reservatório de armazenamento de águas pluviais; 7 - Descarga de superfície; 8 – Entrada de água potável; 9 – Equipamento de bombagem; 10 – Máquina de lavar roupa; 11 - Descarga de autoclismo de bacia de retrete; 12 - Torneira de utilização restrita para rega de jardim; 13 - Tubo de distribuição de águas pluviais; 14 - Sinalização de aviso de água não potável.

A área de captação, geralmente consiste num telhado que pode ser de telhas de barro, metal, fibrocimento, ou ainda lajes de concreto com algum tipo de impermeabilização, conforme (ANNECCHINI, 2005).

O dispositivo *bypass* evita a coleta da água que “limpa” o telhado e contém maior concentração de microrganismos, detritos, poeira e outras impurezas (TORDO, 2004).

Após a filtração a água é então direcionada ao reservatório que pode ser uma cisterna enterrada ou cisterna superficial (GNADLINGER, 2006).

3.7.1 Superfície de coleta

A água de chuva possui boa qualidade, considerada superior à das águas superficiais ou subterrâneas. É coletada comumente em telhados e coberturas de edificações e sua qualidade depende de diversos fatores como proximidade de fontes poluidoras (poluição

¹³Fonte: Meckem (1994).

atmosférica, agrotóxicos, etc.), condições climáticas, tipo de material de composição da superfície coletora, presença de vegetação e animais. A título de exemplo, Calheiros et al. (2014) pesquisaram a água de chuva em Itajubá, região sul de Minas Gerais e concluíram que possui baixo nível de contaminação naquele município. Foram usadas superfícies de coleta de diferentes materiais (cerâmica, zinco e fibrocimento) de forma a se comparar parâmetros de qualidade.

Já Annecchini (2005) estudou a potencialidade do uso de sistemas de aproveitamento da água de chuva na região metropolitana de Vitória (ES) usando como superfície de captação uma cobertura de chapa metálica com 80 m², enfocando o uso não potável em áreas urbanas. De modo geral a água de chuva foi caracterizada como boa e com baixo índice de acidificação (11%).

Nakada e Moruzzi (2014), em estudo sobre parâmetros de qualidade da água de chuva em 43 coletas realizadas em Rio Claro (SP), encontraram índices de cor aparente, coliformes totais e *E. coli* superiores aos limites estabelecidos na NBR 15.527 (ABNT 2007), indicando a necessidade de aplicação de processos de desinfecção, mesmo para utilização não potável da água coletada. Além disso, aquele estudo reforça a noção de que a localização geográfica da superfície de coleta (proximidade a oceanos, áreas urbanas ou rurais) é fator determinante da qualidade da água de chuva. Foram observadas algumas correlações neste estudo entre variáveis biológicas e físico químicas. Observa-se elevada correlação entre estiagem e turbidez (0,792), confirmando o estudo de Yaziz et al. (1989), que relata a deposição de resíduos da atmosfera nos telhados durante o período de seca, sendo que a quantidade de resíduos varia em relação direta com a duração do período; foi também observada elevada correlação entre cor aparente e turbidez (0,893) e cor aparente e sólidos suspensos voláteis (0,832), porém o maior índice de correlação ocorreu entre sólidos totais e sólidos dissolvidos totais (0,969) (NAKADA; MORUZZI, 2014)

3.7.2 Sistema de transporte

A água coletada em telhado é direcionada para calhas, que por sua vez, estão conectadas a tubos coletores, os quais devem possuir algum dispositivo para a separação do material grosseiro e para impedir a entrada de animais no sistema como, por exemplo, uma tela, (que pode cobrir a calha ou a grelha no tubo de descida). Estes dispositivos devem sofrer manutenção constante, para que sejam removidos detritos acumulados de forma a garantir a fluidez do sistema (OLIVEIRA, 2005). O material usado nos tubos coletores mais comumente

utilizados são os de policloreto de vinilo (PVC), porém Bertolo (2006) destaca também o uso de alumínio, aço galvanizado, aço inoxidável e cobre. As Figuras 8a e 8b ilustram diferentes modelos de calhas de captação da água de chuva.

Figuras 8a e 8b – Diferentes modelos de calhas¹⁴



Bertolo (2006) aponta a necessidade de certa inclinação (recomendação de declividade de 0,2 a 2%) nas calhas em relação à saída dos tubos de queda, para que elas não acumulem detritos e favoreçam o desenvolvimento de algas e mosquitos e evitando a disseminação de doenças.

3.7.3 Dispositivo de descarte

Dada a alta correlação entre a qualidade da água de chuva e os períodos de estiagem (NAKADA; MORUZI, 2014), muitos autores citam a importância de se incorporar ao sistema algum dispositivo que desvie a primeira carga de chuva do telhado, também conhecido como dispositivo de primeira lavagem ou *first flush* (ANNECCHINI, 2005, FERRAZ et al., 2012, OLIVEIRA, 2005 e MAY, 2004). Esta opção leva em conta que telhados são superfícies expostas a quantidades significativas de poeira, dejetos de animais, folhas, fuligem e outros, que vão se incorporar à água coletada, especialmente após um período de seca (BERTOLO, 2006).

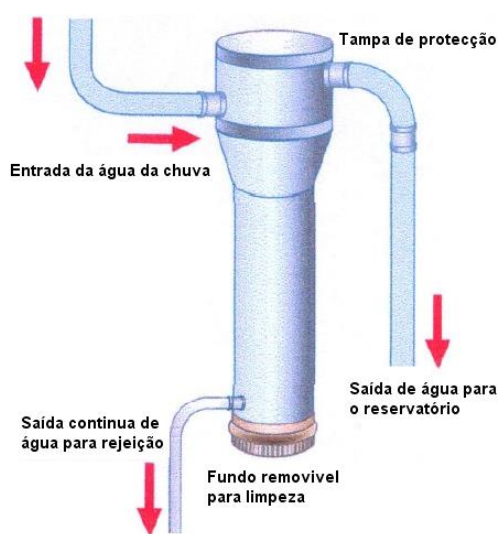
Entretanto a quantidade de água a ser dispensada varia de acordo com cada autor: Jenkins e Pearson (1978) recomendam o descarte de 0,25 mm; Yaziz et al. (1989) sugerem que se eliminem os primeiros 0,33 mm de chuva; Coombes (2002), a partir de pesquisas feitas na Austrália, orienta a eliminação de 1,0 mm da água de chuva que vai ser armazenada. Yaziz

¹⁴Fonte: google.com.br. Acesso em 07/07/2017.

et al. (1989) apontam ainda outros fatores que influem na qualidade da água que “limpa” o telhado como a altura e a intensidade de precipitação e a duração do período de estiagem antecedente.

A NBR 15.527 (ABNT, 2007) recomenda a adoção de dispositivos de funcionamento automático que eliminem 2,0 mm, na falta de dados mais precisos. As Figuras 9 a 11 apresentam diferentes dispositivos para o descarte da primeira chuva.

Figura 9 – Esquema de descarte da água de chuva¹⁵.



¹⁵Fonte: Bertolo (2005).

Figura 10 – Esquema do projeto minicisterna¹⁶.

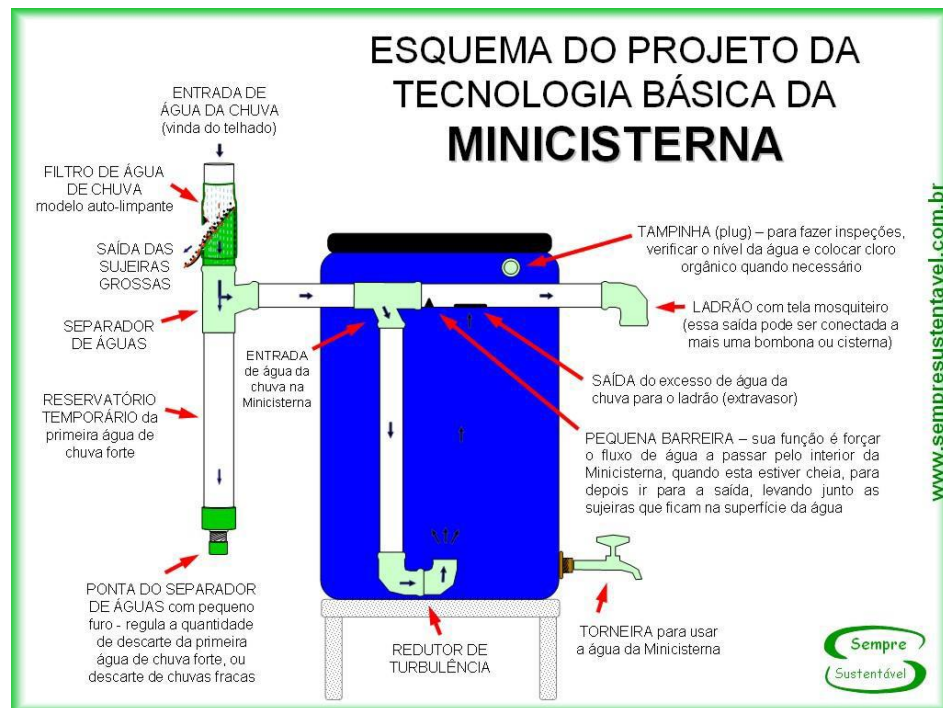
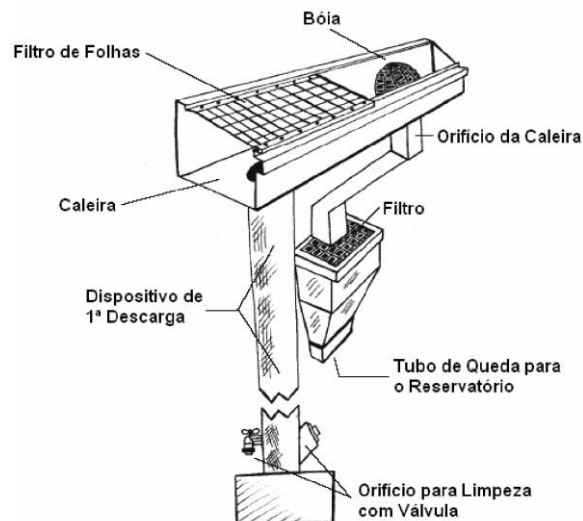


Figura 11 –Dispositivo comercial de rejeição de água de limpeza do telhado¹⁷



¹⁶ Fonte: www.sempresustentavel.com.br, acesso em 27/03/2017.

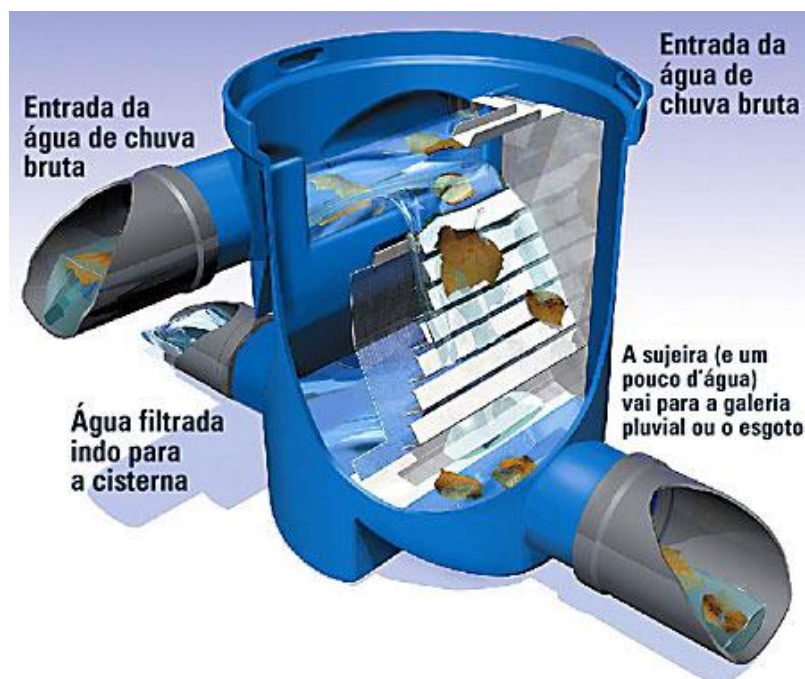
¹⁷ Fonte: TWDB (1977).

3.7.4 Sistemas de filtros

Para a preservação da qualidade da água coletada pode-se ainda recorrer a filtros que separam folhas e outras impurezas. Bertolo (2005) cita o equipamento VF-1 da empresa 3P Techint, que separa detritos maiores que 0,26 mm direcionando-os para fora do sistema de duas formas: primeiro através de aletas que separam o material grosseiro e depois através de tela de 0,26 mm que recobre a tubulação de saída para o reservatório.

Conforme Campos e Azevedo (2013) a filtração permite eliminar sólidos suspensos, coloidais e microrganismos pela utilização de filtros de areia colocados sobre um sistema de drenagem. Os mesmos autores confirmam que filtros lentos apresentam os melhores desempenhos contra coliformes e mantém os parâmetros cor e turbidez abaixo de 50 uT . Além disso, aqueles autores defendem o uso do carvão ativado como adsorvente para a água, removendo pequenas moléculas responsáveis pelo odor, sabor e cor desagradáveis, e que foi empregado em civilizações antigas (como no Egito, por exemplo).

Figura 12 – Filtro VF1 da água de chuva¹⁸



Mesmo não sendo direcionado exatamente para a água pluvial, Veras e Di Bernardo (2008) propõem um sistema simplificado de tratamento de água em múltiplas etapas

¹⁸Fonte: Bertolo (2005).

compostas por pré-filtros dinâmicos seguidos de filtros ascendentes e uma última etapa realizada por filtros lentos. Este sistema é projetado para atender pequenos e médios centros urbanos e foi denominado Filtração em Múltiplas Etapas (FIME). Os mesmos autores citam referências sobre as vantagens de combinar a filtração lenta como uso de carvão ativado granular (CAG), tecnologia conhecida como “CAG sanduíche”.

May (2004) descreve que o reservatório de acumulação pode conter um filtro de areia, funcionando assim: instala-se um dispositivo para o descarte de detritos na entrada do reservatório; entre a entrada e a saída do reservatório é colocada uma camada de areia e outra de pedregulho que fazem a filtração simples da água; após a filtração a água vai para um poço de sucção de onde é bombeada até o reservatório principal. O filtro de areia possui ainda um dispositivo de retrolavagem do sistema.

Segundo Murtha e Heller (2003) existem registros da civilização hindu que datam de 4.000 anos sobre sistemas de tratamento de água, porém os filtros lentos de areia foram aperfeiçoados no início do século XIX. A idéia partiu de analogia com princípio da percolação natural do solo (Grã-Bretanha) e constitui-se basicamente por um leito de areia, suportado por uma camada de seixos rolados e completado por um sistema de drenagem. Ao longo do tempo este sistema foi superado por outras técnicas principalmente devido a limitação de sua aplicabilidade (características físico-químicas de águas brutas). O sistema de tratamento de água formado por desinfecção, coagulação e a filtração rápida, tornou-se hegemônico em todo o século XX no cuidado com a água.

Por outro lado, de acordo com aqueles autores, ampla literatura indica a a viabilidade de utilização dos filtros lentos especialmente em pequenas comunidades de países em desenvolvimento, devido a fatores como a facilidade de operação, baixos custos de implantação e operação e eficiência na remoção de sólidos e agentes patógenos. Este sistema encontra aceitação em países desenvolvidos e em desenvolvimento (Colômbia, Índia, EUA, Holanda, Inglaterra), mas é pouco difundido no Brasil, onde são mais usados sistemas convencionais, embora se adequem às condições climáticas e à realidade socioeconômica.

Inglaterra e Holanda utilizam este sistema, também referenciado nos EUA, onde demandou revisão nas normas para tratamento de águas superficiais, com foco na remoção de cistos de *Giardia* e *Cryptosporidium*. No Brasil, a Portaria 1.469 do Ministério da Saúde (BRASIL, 2001) determina a necessidade do processo de filtração para águas oriundas de mananciais superficiais destinadas a consumo humano e define o padrão de turbidez para águas tratadas por processo de filtração lenta em 2,0 uT para 95% das amostras, a metade do que é exigido para filtros rápidos. Quanto aos microrganismos citados a meta é a sua ausência.

Ferreira (2014) considera a necessidade de passagem da água por um pré-filtro ou caixa retentora de folhas para a remoção de materiais grosseiros em suspensão na água. Em seguida a água passará por processo de desinfecção, adicionando-se cloro para combate aos microrganismos presentes na água. Segundo o mesmo autor após a desinfecção a água sofrerá finalmente a filtração, com a separação de sólidos finos em suspensão que permanecem retidos em meio poroso.

O carvão ativado é citado por De Paiva et al. (2014) para a utilização em sistemas domésticos de tratamento de água, inclusive em zonas rurais. O carvão ativado é usado para remoção de cor e odor da água, mas não apresenta característica anti-patógena, entretanto a sua utilização combinada com metais foi citada por Lerma Arias (2012) e Arakawa et al. (2013) como forma de aumentar a eficiência bacteriológica. No estudo de De Paiva et al. (2014) foi desenvolvido um sistema de filtro gravitacional usando carvão ativado com impregnação de cobre e prata. Segundo os autores o sistema apresentou resultados compatíveis com a Portaria 2.914 (BRASIL, 2011) e com a NBR 16.098 (ABNT, 2012) e demonstrou ser alternativa viável de tratamento da água de consumo humano, sendo os resultados de remoção de *E. coli* superiores a 99%.

O filtro cerâmico é opção de tratamento e obtenção de água segura para consumo direto (LERMA ARIAS, 2012). Este sistema é baseado em práticas pré-colombianas que incluem o trabalho com cerâmica, a forma da vasilha e a extração de água sem contaminação do depósito. O sistema foi aperfeiçoado em 1980 com a adição da prata coloidal e desde 1998 a ONG *Potters for Piece* treina artesãos de vários países em desenvolvimento e desenvolve um processo de produção que reduz de 20 para 10 dólares americanos o custo por filtro. O “filtrão” é uma unidade de tratamento de água domiciliar, de baixo custo que potabiliza a água contaminada, de acordo com a ONU, em sua iniciativa Inovação para Desenvolvimento e Cooperação Sul-Sul (IDEASS), conforme Lerma Arias (2012). O elemento mais importante é um filtrante, que pode ser fabricado por ceramistas locais, com materiais locais e sem uso de eletricidade ou outras tecnologias sofisticadas. Fornece água cristalina, eliminando turbidez e retraindo microrganismos nos micro poros. O banho de prata no elemento filtrante provoca uma reação química que elimina os patógenos que podem atravessar os filtros, mas que é inofensiva ao homem. Por outro lado o uso do barro remete ao resgate de valores antigos e de muitas culturas latino-americanas. Além do fator cultural, o “filtrão” apresenta-se tecnicamente viável e acessível para populações rurais, produzido por artesãos e com material local, sendo indutor de emprego e fator de desenvolvimento econômico e social.

3.7.5 Sistemas de armazenamento

O sistema de armazenamento é constituído pelo reservatório. Para o cálculo do seu volume os dados de entrada são a área de coleta, a precipitação média local e a demanda mensal de consumo. Segundo Ferreira (2014) uma chuva com intensidade de 1 mm produz sobre uma área de coleta de 1 m², 1 litro de água, conforme explica Freitas (2017), ou seja:

Se 1 litro = 1 dm³ = 10³ cm³ = 10⁶ mm³, temos que

$$1 \text{ m}^2 (\text{área de telhado}) \times 1 \text{ mm (de chuva)} = 10^6 \text{ mm}^2 \times 1 \text{ mm} = 10^6 \text{ mm}^3 = 1 \text{ litro}$$

O cálculo do volume do reservatório assume importância no sistema porque é o item de maior custo, e se não for planejado corretamente, pode inviabilizar o projeto. Dependendo do cálculo do volume e das condições locais o reservatório pode suprir demandas variáveis de poucos dias, meses ou até 1 ano, conforme May (2004).

No contexto do semiárido brasileiro são empregadas várias tecnologias para a construção de reservatórios. Gnadlinger (2006) destaca o uso de cisternas de placas de concreto como as mais utilizadas (P1MC), porém há ainda outros tipos. É semi enterrada, até 2/3 de sua altura e é construída com placas de concreto (cimento e areia traço 1:4) de 0,50 m x 0,60 m e 3 cm de espessura. Estas placas são fundidas *in loco* e montadas formando as paredes da cisterna, que recebe externamente uma armadura de arame galvanizado (nº 12 ou 2,77 mm), recebendo depois o reboco. A parte interna e o piso são também rebocados e depois recebem uma impermeabilização com nata de cimento. Por cima a cobertura também é feita em concreto e recebe pintura branca para refletir a radiação solar. Oliveira (2014) ressalta que a ausência de luz e calor retarda a ação das bactérias, reduzindo o risco de contaminação.

A título de ilustração, a Tabela 5 apresenta os valores de consumo de água por tipo de edificação.

Tabela 5 – Valores de consumo predial (em litros /dia)¹⁹.

	Consumo (Litros)
Alojamentos provisórios	80 <i>per capita</i>
Casas populares ou rurais	120 <i>per capita</i>
Residências	150 <i>per capita</i>
Apartamentos	200 <i>per capita</i>
Hotéis	120 por hóspede
Hospitais	250 por leito
Escolas (internatos)	150 <i>per capita</i>
Escolas (externatos)	50 <i>per capita</i>
Quartéis	150 <i>per capita</i>
Edifícios públicos ou comerciais	50 <i>per capita</i>
Escritórios	50 <i>per capita</i>
Cinemas e teatros	2 por lugar
Templos	2 por lugar
Restaurantes e similares	25 por refeição
Garagens	50 por automóvel
Lavanderias	30 por Kg de roupa seca
Mercados	5 por m ² de área
Matadouros - animais de grande porte	300 por cabeça abatida
Matadouros - animais de pequeno porte	150 por cabeça abatida
Fábricas em geral (uso pessoal)	70 por operário
Postos de serviço para automóveis	150 por veículo
Cavalariças	100 por cavalo
Jardins	1,5 por m ²

Segundo Oliveira (2014) são utilizados também tanques metálicos, fibra de vidro, polietileno e também aço inoxidável como materiais eficientes para a função de armazenamento. Podem ser enterrados, semi enterrados, apoiados ou elevados, porém sempre protegidos da luz solar. Reservatórios mais modernos são produzidos como uma única peça, sendo mais estanque e higiênicos. Outro item interessante é o “freio d’água” na entrada da água no reservatório, que evita agitar o fundo do reservatório, mantendo em repouso as partículas sedimentadas.

¹⁹ Fonte: UFRJ (2003).

Figura 13 – Modelo de “freio d’água”²⁰



Tabela 6 –Consumo de água para uma residência em estudo da USP²¹.

Aparelhos	Consumo %
Vaso sanitário	29
Chuveiro	18
Lavatório	6
Pia (cozinha)	17
Máquina de lavar louças	5
Tanque	6
Máquina de lavar roupas	9

²⁰Fonte: <http://oquintalecologico.blogspot.com.br/2014/11/cisternas.html>. Acesso em 12/07/2017.

²¹Fonte: DECA (2004).

Figura 14 – Detalhe construtivo da cisterna de placas²².

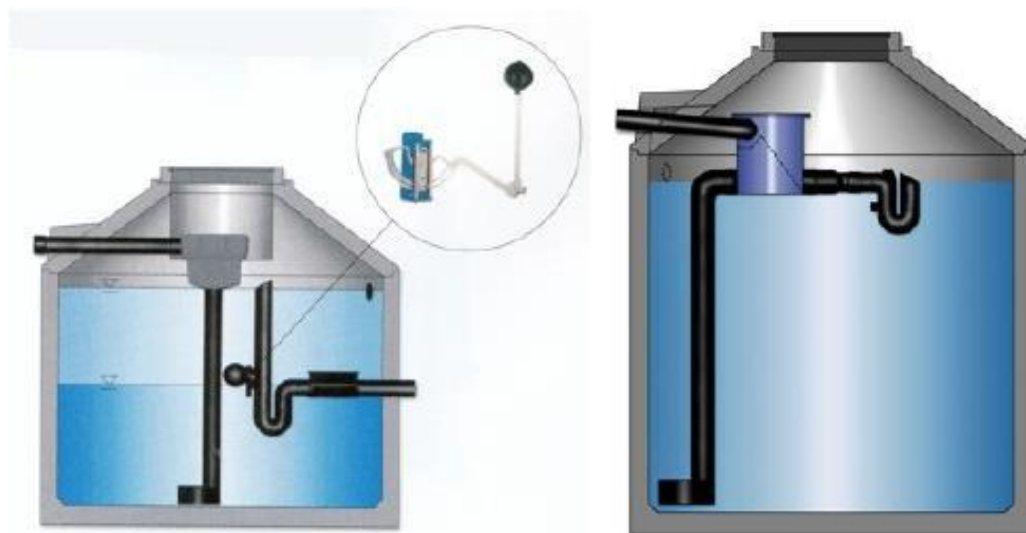


Figura 15 – Tanque metálico utilizado na zona rural na Austrália²².



²²Fonte: Oliveira (2014).

Figura 16 – Diagrama de cisternas com reservatório duplo e simples²³.



Outras modalidades mais simplificadas de reservatório são os reservatórios de barril plástico ou metálico usados sempre para a irrigação de jardins.

De acordo com Tomaz (2003), o reservatório da água de chuva deve possuir extravasor com 200 mm de diâmetro mínimo, além de um tubo de descarga de pelo menos 100 mm. A tampa do reservatório (\varnothing 600 mm) deve estar a pelo menos 200 mm da superfície superior do reservatório. O bombeamento deve ser próximo (cerca de 100 mm) à superfície de modo a evitar contato com partículas sedimentadas no fundo do reservatório. Oliveira (2014) cita também o uso bastante difundido de reservatórios com reaproveitamento de barris de óleo ou outros produtos tóxicos, devendo-se ter cuidado devido com sua limpeza e a necessidade de perfeito tamponamento, podendo comprometer a qualidade da água.

Dispositivos mais modernos como os reservatórios de polietileno e os flexíveis próprios para água de chuva, oferecem opções de valor estético e funcional, para aproveitamento em domicílios e áreas remotas.

²³Fonte: Oliveira (2014).

Figuras 17a e 17b – Sistemas de armazenamento através de barris²⁴.



²⁴Fonte: Oliveira (2014) e <https://blog.construbasico.com.br/wp-content/uploads/2015/02/Untitled-1-640x449.jpg>. Acesso em 03/06/2017.

4 METODOLOGIA

4.1 Tipo de estudo

O presente trabalho constitui uma pesquisa experimental para investigação da qualidade da água de chuva em Diamantina (MG). Foi efetuada revisão bibliográfica do assunto abordando a legislação sobre parâmetros de qualidade da água, regime pluviométrico local e componentes do sistema de aproveitamento, com ênfase no filtro como fator de segurança contra a disseminação de doenças.

4.2 Localização do estudo

O experimento foi montado em área aberta no Laboratório de Construções Sustentáveis no Laboratório Integrado de Pesquisas Multiusuário dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri (LIPEMVALE), junto ao Laboratório de Informática (LabSaSA) do Mestrado Interdisciplinar Saúde, Sociedade e Ambiente, no campus JK da Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri, coordenadas UTM 18 ° 12' 10.23" S e 43 ° 34' 30.50".

Figura 18 – Localização do experimento²⁵.



²⁵Fonte: Adaptado do Programa Google Earth © Google Image © 2017 CNES / Airbus

4.3 Descrição do experimento

A partir do desenho do experimento de recolhimento da água de chuva e dos modelos de filtros para a melhoria da qualidade da água coletada, foram realizadas várias medições tanto para a avaliação da qualidade da água *in natura*, comparação com a água que passou pelos telhados montados na UFVJM e a água que passou por processo de filtração, bem como a comparação de resultados de purificação da água de chuva entre os três modelos de filtros.

Para a coleta da água de chuva em Diamantina (MG) foram montadas três superfícies de coleta representadas por telhados de telhas cerâmicas coloniais. As coberturas possuem área de 1,0 x 1,0 m ou 1,0 m² (o que corresponde a um volume de coleta de 1,0 litro para 1,0 mm de precipitação). A estrutura foi montada com peças de eucalipto para cerca (Ø médio = 8,0 cm) e possui altura de 0,80 m na parte mais baixa e 1,15 m no ponto mais alto, resultando numa declividade de 35% do telhado. O desenho do sistema procurou simular a situação de aproveitamento da água de chuva em telhados de domicílios, reproduzidos numa escala micro e sem o uso de dispositivo de descarte.

4.4 Coleta da água de chuva

Os telhados descarregam a água de chuva em uma calha semicircular de 100 mm de policloreto de vinilo (PVC). Os tubos coletores transportam a água coletada até garrafas de poli tereftalato de etileno (PET) de 2,5 litros que funcionam como reservatório para as amostras de análise. As calhas possuem orifício de saída com um ralo metálico de tela galvanizada (bitola ¾", tela de fio de alumínio galvanizado # 2,0 mm) para a proteção contra material grosseiro e insetos. Na tubulação de condução da água (tubos de PVC ¾") foi inserida, antes das garrafas, uma válvula de retenção vertical (bitola ¾", em latão, marca Solider) para que fossem analisados os primeiros 2,5 mm de chuva.

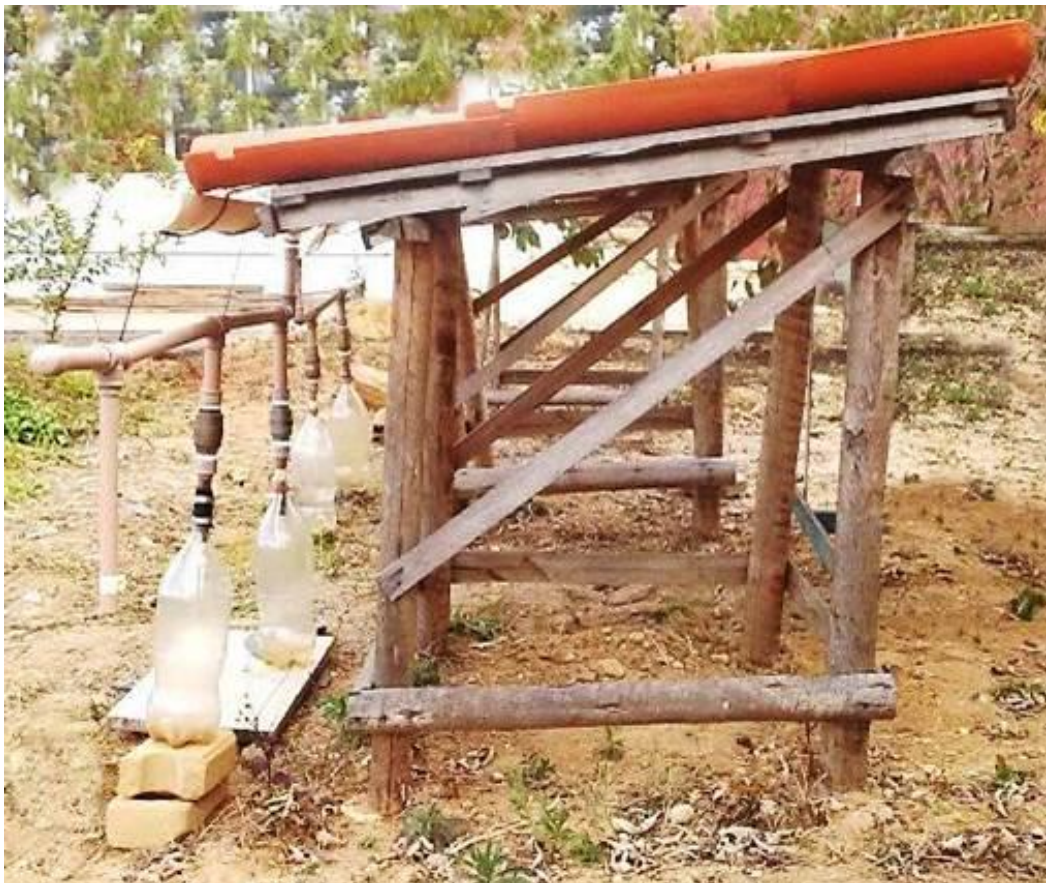
Além das três superfícies de coleta uma quarta captação ocorreu de forma direta, com o uso de um balde plástico (10 litros) que recebeu a chuva sem passar por nenhuma outra superfície, de forma a se obter um padrão comparativo com a qualidade das águas que passaram pelos telhados. Este recipiente recebeu uma tela de polietileno (marca *Nortène* # 1,5 mm x 6,5 mm) para proteção contra folhas animais e material grosseiro.

As amostras foram coletadas em periodicidade mensal, de Janeiro a Maio de 2017 para avaliação da qualidade da água, comparando-se a qualidade da água coletada diretamente com a média da água que foi coletada nos telhados. As amostras de telhado foram analisadas antes e depois da passagem em sistema de filtro simplificado.

Figura 19 – Vista geral do sistema de coleta montado para o experimento²⁶.



Figura 20 – Vista lateral do sistema de coleta montado para o experimento²⁶.



²⁶ Fonte: Arquivo do autor.

Figura 21 – Vista frontal de um dos telhados do sistema de coleta²⁷.



4.5 Filtros

Optou-se pelo desenvolvimento de três protótipos tipos de filtro de areia simplificado, que são descritos a seguir. Os modelos desenvolvidos inicialmente utilizaram pedras, areia e carvão contidos em embalagens ou garrafas PET, comumente encontrados no comércio e dispostos com pequenas variações. O quarto protótipo foi desenvolvido em maior escala com a utilização de um tambor plástico. Nos três protótipos desenvolvidos inicialmente, as camadas são de pedras, pedregulhos, areia grossa, areia fina e carvão ativado, sempre nesta sequência, possuindo divisões entre as camadas. As divisões foram efetivadas por tecido de feltro no primeiro filtro e pelas próprias embalagens PET no segundo e no terceiro e visaram evitar a mistura de material filtrante. As camadas filtrantes utilizadas foram montadas com o mesmo volume, medido em pote plástico de 300 g. Os pesos de cada camada

²⁷ Fonte: Arquivo do autor.

variaram em função da densidade de cada material variando entre 350 g e 400 g. No quarto protótipo foram utilizadas camadas filtrantes de 25,0 cm de altura, sendo colocada manta geotêxtil para as divisões entre as camadas filtrantes.

O primeiro modelo foi desenvolvido com a utilização de apenas uma garrafa PET de 2,5 litros com as camadas filtrantes separadas apenas por tecido de feltro branco (100% poliéster, gramatura 40, marca Santa Fé). A garrafa foi usada na posição invertida, sendo a saída do filtro, a tampa da garrafa. Para a saída da água foi perfurada a tampa e o furo ($\varnothing = 20,0$ mm) foi também preenchido com um pequeno pedaço de feltro.

No segundo modelo foram utilizadas cinco garrafas, uma para cada camada filtrante, colocadas em posição invertida, mas foi adaptada uma superfície plástica perfurada em formato circular sobre a qual foi disposto um pedaço de feltro também circular para incremento da filtração e impedindo que a água passasse para a camada subsequente passando por fora da camada anterior. A saída de água de cada compartimento também foi feita através de orifício na tampa de cada garrafa ($\varnothing = 20,0$ mm), preenchido com um pequeno pedaço de feltro.

O terceiro modelo foi concebido com cinco potes de plástico de 500 g, superpostos e com fundo perfurado. Para cobrir o fundo foi utilizado também um pedaço de feltro em forma circular para evitar o carreamento de material para a camada subsequente principalmente a areia e o carvão. A escolha do recipiente foi uma tentativa para impedimento da concentração do jorro de água na saída, simulando o efeito de um chuveiro.

Figura 22 – Protótipo do primeiro sistema de filtro testado²⁸.



²⁸Fonte: Arquivo do autor.

Figura 23 – Protótipo do segundo sistema de filtro testado²⁹.



²⁹Fonte: Arquivo do autor.

Figura 24 – Protótipo do terceiro sistema de filtro testado³⁰.



Para a ampliação da escala do filtro, foi proposto o quarto protótipo, utilizando os mesmos materiais dos modelos anteriores, mas com uma quantidade bem maior de cada um deles. Além disso, para separação das camadas foi substituído o feltro por um material geotêxtil indicado para uso em jardinagem. O Bidim RT é um não tecido agulhado de filamentos contínuos 100% poliéster, que possui certificado ISO 9.001. Trata-se de um filtro composto em camadas. Como invólucro do dispositivo usou-se um tambor plástico (antaresplásticos.com.br), em formato de tronco de cone, com altura de 53 cm, diâmetro superior de 41 cm e diâmetro da base de 26 cm. Como tubulação de saída foi utilizado tubo de PVC 50 mm com um flange e um registro, para o controle da saída de água no fundo do tambor. O dispositivo é uma simplificação do modelo proposto por Sousa (2001), mostrado na página 70.

Para a sua validação foi realizado novo teste em 11 de Julho de 2017. Como não havia precipitação suficiente para a coleta de amostras (devido ao período de estiagem), optou-se por utilizar água tratada, obtida da rede de hidráulica do LIPEMVALE (20 litros) e o mesmo volume daquela água com adição de 700 g de amostra do solo local (tipo arenoso,

³⁰Fonte: Arquivo do autor.

contendo matéria orgânica). Foram separadas e analisadas amostras das duas qualidades de água antes e depois da passagem pelo filtro, para avaliação do seu desempenho.

Figuras 25a e 25b – Vistas lateral e superior do protótipo do quarto sistema de filtro testado³¹.



³¹Fonte: Arquivo do autor.

4.6 Dados de qualidade da água

Para a análise de qualidade da água coletada foram mensurados coliformes totais e *E.coli* (parâmetros microbiológicos), cor aparente, pH e turbidez (parâmetros físico químicos) pela Companhia de Saneamento de Minas Gerais (COPASA). As análises ocorreram mensalmente de Janeiro a Maio de 2017.

De forma complementar procedemos a análise de condutividade elétrica, e salinidade também com uma sonda marca YSI *Professional Plus*, cedida gentilmente pelo Departamento de Zootecnia da Faculdade de Ciências Agrárias da UFVJM, campus JK em Diamantina (MG).

Os parâmetros foram selecionados de acordo com a NBR 15.527 (ABNT, 2007) referente a aproveitamento da água de chuva e pela COPASA nas análises de controle de qualidade da água tratada, sendo que a referência utilizada pela COPASA é a Portaria 2.914 do Ministério da Saúde (BRASIL, 2011) e o método empregado pela empresa foi o da *American Public Health Association* (APHA).

As amostras foram analisadas no máximo 6 horas após a coleta, conforme a Portaria 2.914/2011 (BRASIL, 2011).

Analizou-se apenas o primeiro recipiente de cada telhado (T1+T2+T3), antes e após a passagem por filtro e ainda a chuva coletada diretamente (sem passagem por telhado), também antes e depois da passagem por filtro. Desta forma obteve-se uma média dos resultados dos telhados suficiente para a validação, chegando a um número total de oito análises/mês.

As análises realizadas pela COPASA contemplaram parâmetros físico-químicos, organolépticos e microbiológicos, já as análises feitas com a sonda YSI contemplaram parâmetros físico-químicos e organolépticos, conforme a Tabela 7.

Tabela 7 – Parâmetros de análise da água de chuva coletada³².

Parâmetros	Método de análise	COPASA	Sonda YSI
Microbiológicos			
Coliformes totais (NMP/100 ml)	APHA 9223 A	X	
<i>E. coli</i> (NMP/100 ml)	APHA 9223 A	X	
Físico Químicos			
Condutividade elétrica (µS/cm)			X
Cor aparente (uH)	APHA 2120 B	X	
pH	APHA 4500 B	X	X
Turbidez (uT)	APHA 2130 B	X	X
Salinidade			X

4.7 Preparação dos filtros

Como já descrito anteriormente os modelos de filtro foram elaborados em garrafas PET, com divisões que separaram os elementos filtrantes (pedra , pedrisco, areia grossa, areia fina e carvão ativado).

O carvão ativado foi preparado como aquecimento de pedaços de ripa de eucalipto, colocados em lata de 340 g de massa de tomate (de estanho) levada a fogo direto em fogão à gás. A lata foi fechada com tampa que possuía orifício para a saída da fumaça. Em cerca de 20 minutos de aquecimento a fumaça se extinguia, o que era o indicativo de finalização do processo de ativação do carvão.

Já os outros elementos filtrantes foram submetidos a processo de lavagem direta sob torneira com duração de 40 minutos. Para a retenção da areia foram utilizadas as peneiras # 0,25 mm (areia fina) e # 0,5 mm (areia grossa), liberando a argila e o silte.

Após a lavagem, cada camada de pedras e de areia foi fervida por 15 minutos. Em seguida as camadas de pedra e areia foram secadas em forno à gás, permanecendo em temperatura próxima a 200°C por 30 minutos. Por último as camadas de pedra e areia foram mergulhadas em solução de hipoclorito de sódio (50%) por 14 horas e depois lavadas para a retirada do excesso de cloro, visando acentuar a limpeza daqueles elementos filtrantes.

³²Fonte: Relatório de Ensaio – Controle de Qualidade da água, COPASA.

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Foram comparados os resultados de pH para três tipos de pedra (brita calcárea, sílica e seixos rolados). O objetivo do teste foi verificar a possibilidade de utilização do seixo rolado como elemento filtrante pela facilidade de extração deste material na região, obtido em rios e córregos da área rural, ao contrário da brita que necessita ser adquirida diretamente em depósitos e nem sempre pode ser encontrada em comunidades rurais. Os resultados expressos na Tabela 8 indicaram que o seixo rolado apresentou valores intermediários entre a brita calcárea e a sílica, indicando ser viável a sua utilização como elemento filtrante, com nível de acidez mediano (próximo a 7). De acordo com Bertolo (2006), citando a legislação portuguesa (Decreto lei 241/2001), o valor do pH para águas de consumo direto deve se situar entre 6,5 e 9,0, o que fornece um indicativo da viabilidade do uso do seixo rolado em filtros para água de chuva.

Tabela 8 – Medições de pH de três tipos de pedras para uso nos filtros³³.

Medição pH	Água de chuva bruta	Brita + água de chuva	Sílica + água de chuva	Seixo + água de chuva
1	5,63	8,21	6,78	6,84
2	5,64	8,67	6,36	6,94
3	5,72	8,82	6,19	6,74
4	5,82	8,84	6,17	6,78
5	6,03	9,06	6,13	6,79
Média	5,77	8,72	6,33	6,82

Notas:

- 1) Medições realizadas com a sonda YSI em 16/03/2017.
- 2) Tempo de repouso: 24 hs.
- 3) A água de chuva bruta é aquela coletada sem utilização de telhado ou outra superfície de coleta.

5.1 Estudo comparativo dos filtros

Os resultados encontrados não indicaram ainda ação purificadora dos protótipos de filtros, observando-se que os valores para Sólidos Totais Dissolvidos (TDS) foram de três (filtro 1) a seis vezes maiores (filtro 3) do que aqueles encontrados para a água coletada diretamente. O que significa que haviam ainda resíduos nos elementos filtrantes, que foram liberados com a passagem da água de chuva (Tabela 9).

³³Fonte: Arquivo do autor.

Tabela 9 – Dados comparativos dos modelos de filtro propostos²⁴.

Parâmetros	Água de chuva bruta	Filtro 1	Filtro 2	Filtro 3
Temperatura (°C)	24,9	25,4	25,0	25,2
Pressão (mm / hg)	609,6	609,6	609,5	609,6
Condutividade elétrica (µS/cm)	7,07	22,27	27,63	43,97
Sólidos Totais Dissolvidos (Mg/L)	4,77	14,30	17,99	28,17
Salinidade	0,00	0,01	0,01	0,02
pH	7,80	7,99	7,83	7,89

Notas:

- 1) Medições realizadas com a sonda YSI em 04/01/2017.
- 2) Tempo de estabilização: 5 minutos.
- 3) A água de chuva bruta é aquela coletada sem utilização de telhado ou outra superfície de coleta.

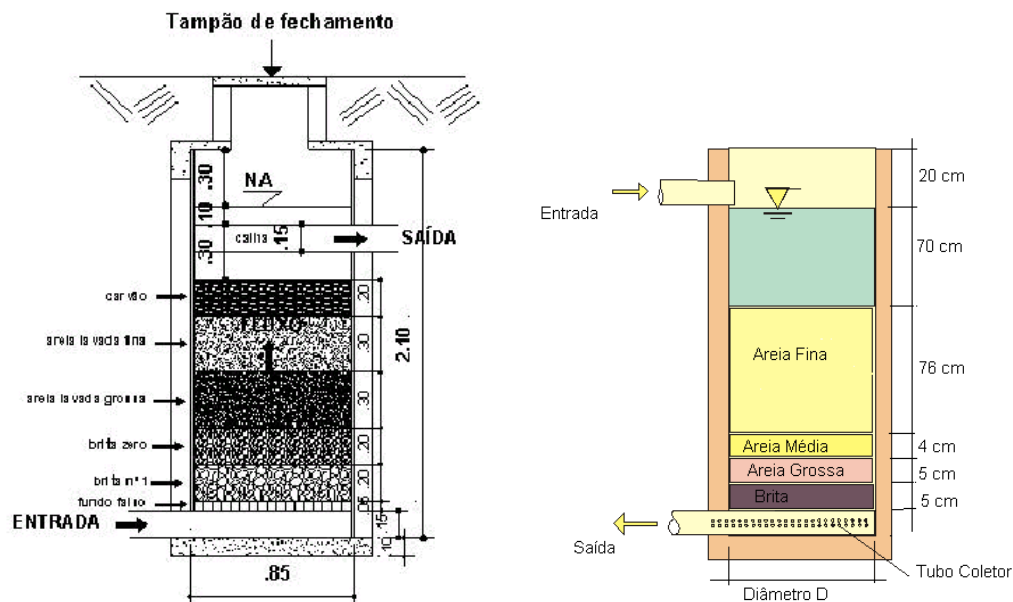
O aproveitamento da água de chuva apresenta algum risco representado pela potencialização dos poluentes presentes na atmosfera ou na superfície de coleta, dependendo do material de composição da superfície, o clima ou a presença de fontes poluidoras no entorno da área de captação, segundo Campos e Azevedo (2013), o que reforça a necessidade de utilização de filtros para melhoria da qualidade da água de chuva coletada.

Oliveira (2005) apresenta dois modelos de filtro lento de areia. O primeiro modelo, proposto inicialmente por Mieli (2001), realiza filtração ascendente e é composto por uma caixa de retenção, que possui grade e serve para a remoção de folhas galhos e outros resíduos, seguida do filtro propriamente dito, em camadas de brita, areia e carvão, conforme a figura 27.

Oliveira (2005) apresenta também o filtro desenvolvido por Sousa (2001), de característica descendente. Segundo aquela autora, o filtro de areia possui capacidade de remoção de microrganismos de 99,9% (Figura 27).

De acordo com Murakami e Moruzzi (2014) o descarte inicial da primeira chuva (*first flush*, em quantidades que variam nos diversos estudos pesquisados) é um recurso utilizado largamente, mas implica, em certas situações perdas de volumes de água consideráveis, o que pode determinar ineficiência do sistema em períodos de pouca chuva. Segundo aqueles autores, trabalhos anteriores indicam que o uso de dispositivos de descarte não garantem a ausência de agentes microbiológicos (MURAKAMI; MORUZI, 2014, p. 38). Desta forma optou-se por não utilizar o descarte, aumentando a possibilidade de coleta, uma vez que os telhados do experimento possuíam dimensões reduzidas (1 m²).

Figuras 26a e 26b – Sistemas de filtro de areia ascendente e descendente³⁴.



5.2 Resultados de coleta da água de chuva

Foram feitas coletas e análises da água de chuva do campus da UFVJM nos meses de janeiro, fevereiro, março, abril e maio de 2017. As coletas da água de chuva ocorreram nos dias 16/01, 02/02 e 20/03, 24/04 e 16/05.

O exame das análises apontou alto grau de variabilidade dos parâmetros de análise, determinada por fatores como o período de estiagem, a poluição do ar e a presença de pequenos animais, confirmando a pesquisa de Nakada e Moruzzi (2014). A título de exemplo, o parâmetro cor aparente apresentou variabilidade de cerca de 2.600% entre os valores mínimo e máximo.

Alguns resultados, por exemplo, indicam a correlação existente entre os períodos de estiagem e a turbidez, interpretado como consequência do acúmulo de detritos e poeira nos telhados durante a seca, sendo que quanto mais extensa é a estiagem, maior é a quantidade de impurezas encontradas. Outros resultados encontraram indícios de matéria orgânica precursora de subprodutos da desinfecção através de análise indireta de cor aparente e sólidos totais voláteis, o que indica a necessidade de adotar técnicas de desinfecção alternativas à cloração ou apropriadas à remoção destes elementos antes da cloração.

³⁴ Fontes: Mieli (2001) e Sousa (2001).

Os métodos de tratamento da água pluvial mais usuais são a cloração e a desinfecção. O teor e o nível do tratamento dependerão do uso a que se prestar a água recolhida (uso direto, irrigação, abastecimento de bacias sanitárias, limpeza de pisos, etc), conforme Bertolo (2006).

As tabelas de avaliação (Tabelas 10 a 14) levam em consideração os resultados encontrados para a água coletada diretamente e a média dos valores encontrados para os três telhados montados no experimento.

As primeiras análises, realizadas em Janeiro de 2017 indicaram resultados contraditórios principalmente em termos microbiológicos, conforme a Tabela 10. Os índices registrados para coliformes totais ficaram bem acima da quantidade indicada na NBR 15.527 (ABNT, 2007), ou seja, ausência em 100 ml. Por outro lado os resultados para *Escherichia coli* aproximam-se consideravelmente, inclusive atendendo à norma, no caso da água de coleta direta com filtro e nas médias dos telhados. Este resultado confirma a pesquisa de Murtha e Heller (2003 p.264) que aponta 80% das amostras com remoção total de *E. coli*, devido ao fato desta bactéria não se reproduzir em meio aquático e também por constituir alimento de outros microrganismos, como os protozoários.

Os parâmetros físicos aproximaram-se dos padrões de qualidade estipulados naquela norma. A cor aparente atendeu em todos os casos (<15 uH); a turbidez atendeu nas amostras de telhado (com e sem filtro).

Em relação ao parâmetro cor aparente, a água de coleta direta não registrou alteração, mantendo-se o valor para antes e depois da passagem pelo filtro. Para a média da água coletada nos telhados foram registrados valores inferiores àqueles obtidos para a água de coleta direta. Isto pode indicar que a água de coleta direta (por ser obtida a partir de vasilhame sem tampa) apresentou algum nível de contaminação por algas; as amostras provenientes dos telhados foram coletadas de vasilhames fechados, sem contato direto com o ar. A outra hipótese seria a concentração de íons como ferro e manganês dissolvidos na água, o que parece ser improvável devido ao baixo nível de poluição atmosférica na região.

Para o parâmetro turbidez novamente foram obtidos resultados inferiores para a média dos telhados em relação aos da água de coleta direta, que apresentou valor até 10 vezes maior nas amostras que não foram filtradas. Novamente a diferença nos valores pode ser consequência de deposição de partículas como poeira e detritos, cuja adição seria facilitada por não haver tampa no recipiente de água de coleta direta e ainda pela formação de um biofilme (“*schmutzdecke*”) ainda no próprio telhado.

O pH apresentou valores que atendem a faixa estipulada na norma brasileira (Tabela 4) e sempre reduzidos após a passagem pelo filtro, indicando a qualidade de neutralização da acidez.

Tabela 10 – Avaliação de parâmetros da água de chuva (16/01/2017)³⁵.

Média dos Parâmetros	Água bruta sem filtro	Água bruta com filtro	Telhados sem filtro	Telhados com filtro
Microbiológicos				
Coliformes totais (NMP/100 ml)	>2419,6	>2419,6	90,2	>2419,6
<i>E. coli</i> (NMP/100 ml)	2,00	0,00	0,00	0,00
Físico Químicos				
Condutividade elétrica (µS/cm)	x	x	x	x
Cor aparente (uH)	5,00	5,00	2,50	4,17
pH	6,66	6,12	6,56	6,19
Turbidez (uT)	6,20	3,95	0,61	3,01
Salinidade	x	x	x	x

Notas:

- 1) Medições realizadas de acordo com Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater (APHA, 1998) pela Companhia de Saneamento de Minas Gerais (COPASA).
- 2) Os parâmetros condutividade e salinidade não foram avaliados pela COPASA.

Nas baterias de testes com amostras da água de chuva realizados em Fevereiro, Abril e Maio de 2017 foi utilizada a sonda YSI *Professional Plus*, sendo aferidos valores de condutividade e salinidade.

O parâmetro condutividade apresentou valores que dobraram após a passagem pelo filtro, tanto para água bruta como para a média da água coletada nos telhados, indicando aumento de material em suspensão.

A salinidade apresentou pouca alteração em todos os valores aferidos, permanecendo nula ou próxima de zero. Este dado revela que a água de chuva em Diamantina-MG pode ser utilizada para a irrigação sem aumentar da salinidade do solo e sem dificultar a absorção de seus nutrientes.

Os resultados obtidos na análise de coliformes totais para água bruta e telhados superaram o padrão estipulado pela NBR 15.527 (ABNT 2007), indicando a necessidade de procedimentos de controle do nível de contaminação da água de chuva coletada.

As medições de *E. coli* em 02/02/2017 atenderam aquela norma apenas para a água bruta sem passagem pelo filtro. Os demais valores aferidos indicaram a presença daquele

³⁵ Fonte: Relatório de ensaio – Controle de qualidade da água COPASA.

agente, sendo reduzida sua presença pela ação do filtro na média das coletas que passaram pelos telhados, o que confirma o procedimento de filtração como fator de melhoria da qualidade da água de chuva em relação a este parâmetro.

Os resultados encontrados para cor aparente sempre estiveram abaixo do mínimo estipulado pela norma brasileira, sendo obtidos menores valores para a média das amostras coletadas dos telhados (2,50 uH e 3,33 uH). O valor máximo aferido foi de 5,0 uH, 1/3 do mínimo preconizado na norma brasileira para usos não potáveis.

O valor máximo de turbidez (2,51 uT) alcançou a metade do mínimo desejável, e foi registrado após a passagem pelo filtro, novamente validando a utilização do filtro (Tabela 11).

O parâmetro pH se manteve dentro da faixa preconizada pela NBR 15.527 (ABNT 2007), alcançando o valor máximo de 6,86, porém superior ao máximo encontrado em Janeiro de 2017. Os resultados são mostrados a seguir na Tabela 11.

Tabela 11 – Avaliação de parâmetros da água de chuva (02/02/2017)³⁶.

Média dos Parâmetros	Água bruta sem filtro	Água bruta com filtro	Telhados sem filtro	Telhados com filtro
Microbiológicos				
Coliformes totais (NMP/100 ml)	>2419,6	>2419,6	>2419,6	>2419,6
<i>E. coli</i> (NMP/100 ml)	0,00	5,20	50,67	28,04
Físico Químicos				
Condutividade elétrica (µS/cm)	5,60	11,40	10,10	26,43
Cor aparente (uH)	5,00	5,00	2,50	3,33
pH	6,36	6,86	6,69	6,69
Turbidez (uT)	1,98	0,86	0,87	2,51
Salinidade	0,00	0,00	0,00	0,01

Notas:

- 1) Medições realizadas de acordo com Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater (APHA, 1998) pela Companhia de Saneamento de Minas Gerais (COPASA).
- 2) Os parâmetros condutividade e salinidade foram avaliados por sonda YSI.

A comparação das análises de coliformes totais realizadas em Fevereiro e Março de 2017 (Tabelas 11 e 12) revelou que os valores permaneceram inalterados nas coletas de água bruta, mas reduziram em relação à média dos telhados, porém permanecendo ainda

³⁶Fonte: Relatório de ensaio – Controle de qualidade da água COPASA.

distante do mínimo permitido pela NBR 15.527 (ABNT 2007), que estipula ausência em 100 ml.

Os resultados obtidos para *E. coli* (Tabela 12) aproximaram-se do ideal, mas ainda apontaram presença em água bruta (1,00 NMP / 100 ml, no mês de Março de 2017).

A análise do parâmetro cor aparente (Tabela 12) mostrou valores superiores aos do mês anterior e ao mínimo desejável pela normatização, alcançando sete vezes o valor máximo recomendado. Estes resultados podem estar relacionados à deposição seca e úmida (uma vez que a água bruta também registrou aumento) e ao acúmulo de partículas determinado pelo período de estiagem (46 dias).

O valor máximo de pH (Tabela 12) superou 7,0 pela primeira vez, embora ainda dentro de uma faixa de equilíbrio, sem notificação de chuva ácida.

Os resultados de turbidez antes do filtro encontraram-se abaixo do mínimo recomendado pela norma, mas superaram este mínimo nas análises pós filtro. Todos os resultados das análises de Março de 2017 estão expressos na Tabela 12.

Tabela 12 – Avaliação de parâmetros da água de chuva (20/03/2017)³⁷.

Média dos Parâmetros	Água bruta sem filtro	Água bruta com filtro	Telhados sem filtro	Telhados com filtro
Microbiológicos				
Coliformes totais (NMP/100 ml)	>2419,6	>2419,6	429,37	1613,07
<i>E. coli</i> (NMP/100 ml)	1,00	0,00	0,00	0,00
Físico Químicos				
Condutividade elétrica (µS/cm)	x	x	x	x
Cor aparente (uH)	30,00	60,00	7,50	110,00
pH	7,02	6,67	6,69	6,55
Turbidez (uT)	1,60	5,15	1,00	14,66
Salinidade	x	x	x	x

Notas:

- 1) Medições realizadas de acordo com Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater (APHA, 1998) pela Companhia de Saneamento de Minas Gerais (COPASA).
- 2) Os parâmetros condutividade e salinidade não foram avaliados pela COPASA.

As análises de coliformes efetuadas em Abril de 2017, expressas na Tabela 13, também apontam inadequação da água bruta em relação à norma brasileira (ABNT 2007); as amostras que foram coletadas dos telhados também não atenderam aquela norma.

³⁷Fonte: Relatório de ensaio – Controle de qualidade da água COPASA.

Para o parâmetro *E. coli*, os resultados repetiram os encontrados no mês anterior e mostraram que a água coletada nos telhados atendeu a norma.

A condutividade medida nas amostras que passaram pelos telhados apresentou o menor valor (7,0 $\mu\text{S}/\text{cm}$), mas aumentou após a passagem pelo filtro, talvez pelo acréscimo de material contido nas camadas de filtração.

Quanto à cor aparente (Tabela 13), os valores medidos após a passagem pelo filtro não atenderam a NBR 15.527 (ABNT 2007), mas a água coletada do telhado e sem filtração ficou dentro do valor recomendado ($< 15 \text{ uH}$).

Os valores de pH encontrados para os telhados com e sem a filtração (Tabela 13) apresentaram valor superior ao limite contido na norma brasileira, possivelmente como decorrência da diminuição da precipitação característica do período de estiagem. Conforme a literatura, os valores de pH variam de acordo com a época do ano e a localização geográfica. Nakada e Moruzzi (2014, p.4), encontraram valor médio de 6,94 de pH em época de estiagem, para a região de São Carlos (SP). Já Calheiros et al (2014, p.340) encontraram em Itajubá (MG) valor de pH próximo de 6,00 para coleta realizada no mês de abril. De acordo com a NBR 15.527 (ABNT, 2007) o pH inferior a 5,60 indica qualidade de acidez da água, devendo sofrer ajuste para não danificar as tubulações de transporte.

Os valores de turbidez nas amostras coletadas nos telhados aumentaram depois da passagem pelo filtro, mas mantiveram-se dentro dos limites da norma brasileira (ABNT 2007).

Os valores de salinidade tiveram acréscimo expressivo após o evento de filtração, indicando introdução de sais dissolvidos nas camadas filtrantes. Todos os resultados encontram-se na Tabela 13, mostrada a seguir.

Tabela 13 – Avaliação de parâmetros da água de chuva (24/04/2017)³⁸.

Média dos Parâmetros	Água bruta sem filtro	Água bruta com filtro	Telhados sem filtro	Telhados com filtro
Microbiológicos				
Coliformes totais (NMP/100 ml)	>2419,6	>2419,6	857,97	>2419,6
<i>E. coli</i> (NMP/100 ml)	1,00	0,00	0,00	0,00
Físico Químicos				
Condutividade elétrica (µS/cm)	11,60	330,20	7,00	468,83
Cor aparente (uH)	50,00	100,00	8,33	50,00
pH	7,00	7,89	8,17	8,19
Turbidez (uT)	8,40	10,00	0,61	3,01
Salinidade	0,00	0,17	0,00	0,25

Notas:

- 1) Medições realizadas de acordo com Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater (APHA, 1998) pela Companhia de Saneamento de Minas Gerais (COPASA).
- 2) Os parâmetros condutividade e salinidade não foram avaliados pela COPASA.

Os resultados registrados em Maio de 2017 (Tabela 14) também corroboraram os efeitos de variabilidade dos parâmetros descritos por Nakada e Moruzzi (2014, p.5), superando os valores encontrados naquele estudo apenas no parâmetro cor aparente.

Os valores de coliformes totais encontrados para amostras coletadas nos telhados sem filtração foram 50% superiores aos valores registrados no mês anterior, enquanto que para a água bruta após a filtração o valor foi dez vezes menor.

O filtro manteve seu desempenho em relação a *E. coli*, como nos meses anteriores, mantendo-se abaixo do limite preconizado pela NBR 15.527 (ABNT 2007). Este resultado indica o valor de purificação do filtro, uma vez que as amostras que passaram por telhado e foram filtradas não apresentaram presença daquele microorganismo.

O valor de condutividade aumentou depois da filtração para as amostras coletadas nos telhados, mas diminuiu para as amostras de água bruta.

A cor aparente manteve-se dentro dos limites da norma brasileira (ABNT 2007), mas registrou acréscimo após a filtração da água coletada nos telhados.

O pH voltou registrar valores próximos aos padrões da NBR 15.527 (ABNT 2007), diminuindo após a passagem pelo filtro.

Para o parâmetro turbidez, a água bruta registrou diminuição de valor após a filtração, mas para a média dos valores encontrados para os telhados houve acréscimo. Todos os valores encontrados após a filtração atenderam a norma brasileira (ABNT 2007).

³⁸Fonte: Relatório de ensaio – Controle de qualidade da água COPASA.

Após a filtração, a salinidade diminuiu para água bruta e aumentou para a média dos telhados. Todos os resultados obtidos em Maio de 2017 estão expressos na Tabela 14.

Tabela 14 – Avaliação de parâmetros da água de chuva (16/05/2017)³⁹.

Média dos Parâmetros	Água bruta sem filtro	Água bruta com filtro	Telhados sem filtro	Telhados com filtro
Microbiológicos				
Coliformes totais (NMP/100 ml)	>2419,6	214,3	1613,4	>2419,6
<i>E. coli</i> (NMP/100 ml)	0,00	0,00	0,33	0,00
Físico Químicos				
Condutividade elétrica (µS/cm)	13,40	12,10	7,40	90,47
Cor aparente (uH)	7,50	2,50	3,33	29,17
pH	7,25	6,95	8,20	8,06
Turbidez (uT)	52,80	0,80	0,97	1,40
Salinidade	0,01	0,00	0,00	0,05

Notas:

- 1) Medições realizadas de acordo com Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater (APHA, 1998) pela Companhia de Saneamento de Minas Gerais (COPASA).
- 2) Os parâmetros condutividade e salinidade não foram avaliados pela COPASA.

Os testes realizados em Julho de 2017 (Tabela 15) foram diferenciados em relação aos anteriores, sendo o seu objetivo a verificação da aplicabilidade do quarto protótipo de filtro, testando sua capacidade de purificação em amostras de água potável e em amostras acrescidas de sujidades. Este protótipo foi elaborado em maior escala do que os anteriores, de forma a atender um domicílio popular de 04 pessoas que possua coleta de água de chuva (ver cálculo de consumo no Anexo B p. 89).

Os resultados para coliformes totais continuaram registrando acréscimo em relação à filtração em ambos os casos (água potável e água suja) e não atenderam a NBR 15.527 (ABNT 2007), o que pode indicar, para esta região a necessidade de tratamento de desinfecção da água de chuva complementar à filtração, como por exemplo, a cloração. Annecchini (2005 p. 150) utilizando descarte de primeira chuva, tela de proteção de nylon e um filtro autolimpante encontrou valor médio de $4,6 \times 10$ NMP / 100 ml, bastante superior aos resultados obtidos nesta etapa do presente trabalho. Nakada e Moruzzi (2014 p. 5), analisando amostras coletadas de cobertura cerâmica, sem uso de descarte e sem filtração, encontraram média de $1,0 \times 10^4$ NMP / 100 ml para este parâmetro.

³⁹Fonte: Relatório de ensaio – Controle de qualidade da água COPASA.

Os resultados para *E. coli* apontaram decréscimo na água suja após a filtração, confirmando a capacidade de purificação do filtro neste parâmetro. Os resultados encontrados atenderam a resolução CONAMA 357/2005 para fins não restritivos, como a recreação e a irrigação e ficaram próximos do padrão contido na NBR 15.527 (ABNT 2007).

Os resultados de condutividade apresentaram valores acrescidos após a filtração tanto para a água potável quanto para a água suja, sinalizando um acréscimo de partículas suspensas após a passagem pelo filtro. Este resultado pode ser explicado pelo fato de o filtro ter sido testado apenas uma vez e não trabalhar continuamente, não havendo tempo de formação de camada purificadora de microrganismos, o *schmutzdecke* (Murtha e Heller, 2003 e Veras e Di Bernardo, 2008).

O parâmetro cor aparente registrou ação depurativa do filtro para a água suja, o que foi considerado resultado positivo, mesmo sendo uma pequena redução (cerca de 17%), explicada possivelmente também pela falta de maturação do filtro.

O pH registrou decréscimo para a água potável e para a água suja, mantendo-se abaixo do limite de 8,01 preconizado pela NBR 15.527 (ABNT 2007), resultado que confirma a boa qualidade da água de chuva local em relação a este parâmetro.

A turbidez manteve-se muito acima do limite preconizado pela norma brasileira (ABNT 2007), entretanto sofreu redução de 58% após a filtração para a água suja, eficiência que tende a ser incrementada em situação de uso contínuo do filtro.

A salinidade manteve valores próximos de zero, mas registrou ligeira variação após a passagem pelo filtro. O valor encontrado aproxima-se dos resultados registrados por Nakada (2008) e possivelmente não afetam de forma significativa a qualidade da água .

Tabela 15 – Avaliação de parâmetros de água do teste com o quarto filtro (11/07/2017)⁴⁰.

Média dos Parâmetros	Água potável sem filtro	Água potável com filtro	Água suja sem filtro	Água suja com filtro
Microbiológicos				
Coliformes totais (NMP/100 ml)	1119,9	>2419,6	>2419,6	>2419,6
<i>E. coli</i> (NMP/100 ml)	1,00	7,40	10,90	3,00
Físico Químicos				
Condutividade elétrica ($\mu\text{S}/\text{cm}$)	11,50	36,90	40,20	62,10
Cor aparente (uH)	5,00	100,00	480,00	400,00
pH	7,41	7,18	6,96	6,92
Turbidez (uT)	0,72	28,90	708,00	298,00
Salinidade	0,00	0,02	0,02	0,03

Notas:

- 1) Medições realizadas de acordo com Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater (APHA, 1998) pela Companhia de Saneamento de Minas Gerais (COPASA).
- 2) Os parâmetros condutividade e salinidade não foram avaliados pela COPASA.

5.3 Comentários gerais sobre os resultados

Para a cor aparente o presente estudo apresentou valores variando entre 2,50 e 110 uH, sendo que 53% das amostras que passaram pelos telhados e pelo filtro satisfizeram o limite estipulado pela NBR 15.527 (ABNT 2007). Em relação a este parâmetro, Murakami e Moruzzi (2014 p. 41), em trabalho que analisou 18 coletas de água de chuva (nos meses de Novembro de 2009 a Janeiro de 2010), não obtiveram resultados satisfatórios em nenhuma coleta enquanto que Annecchini (2005, p. 100) obteve cerca de 66 % de valores que ficaram dentro da faixa de atendimento, o resultado mais próximo aos encontrados neste trabalho. Os resultados elevados podem ser consequência da impossibilidade de formação da camada de *schmutzdecke* devido de funcionamento do filtro de forma pontual e também pela baixa pluviosidade (meses de Março, Abril e Maio de 2017).

Murakami e Moruzzi (2014 p. 42), em investigação sobre a necessidade do descarte da primeira chuva, apontam para a turbidez valores de 2,50 a 15,60 uT e obtveram 28 % de resultados compatíveis com a NBR 15.527 (ABNT 2007). No presente estudo o intervalo encontrado para as amostras que passaram por telhado e filtração foi de 0,70 a 28,90 uT e uma média de 39 % de amostras que atenderam aquela norma. Annecchini (2005, p. 100) usando descarte de 0,5 mm, encontrou valores de turbidez variando entre 0,00 e 0,80 uT, e média de 0,4 uT , alcançando 100 % de amostras satisfatórias tendo como referência a norma

⁴⁰ Fonte: Relatório de ensaio – Controle de qualidade da água COPASA.

brasileira. Este último resultado parece estar associado ao uso da sedimentação, uma vez que as amostras foram obtidas de reservatório de armazenamento.

Quanto a coliformes totais, os três trabalhos apresentaram valores altos, sendo que Murakami e Moruzzi (2014 p. 42), apresentaram variação entre $1,00$ a $1,5 \times 10^5$ NMP / 100 ml, enquanto que Annecchini (2005, p. 100) encontrou valores entre $1,4 \times 10^3$ e $4,7 \times 10^3$ NMP / 100 ml. O presente estudo apresentou valores genéricos (quase sempre acima de $2,5 \times 10^3$ NMP / 100 ml (conforme a padronização adotada pela COPASA). Nenhum dos estudos atendeu a NBR 15.527 (ABNT 2007), o que indica a necessidade de maior aprofundamento das pesquisas para a adequação deste parâmetro, utilizando diferentes métodos de filtração e pode ser explicado pela presença de fezes de animais em telhados compostos de diferentes materiais.

No presente trabalho os resultados de *E. coli* atenderam a norma brasileira (ABNT 2007) em 87 % das amostras analisadas e o valor médio encontrado foi de 195,24 NMP / 100 ml. Murakami e Moruzzi (2014 p. 42) encontraram valor médio de 549,40 NMP / 100 ml e 100 % de amostras que não atenderam a NBR 15.527 (ABNT 2007), enquanto que Annecchini (2005, p. 100) obteve média de $3,6E+02$ NMP / 100 ml e também 100 % de amostras incompatíveis com aquela norma. A superioridade do filtro apresentado no presente estudo em relação aos outros trabalhos citados em relação a este parâmetro, pode ser explicada pelo uso de diferentes meios filtrantes, entretanto requer pesquisas posteriores para que se obtenham resultados ainda mais satisfatórios.

6 CONCLUSÕES

A instalação de sistemas de coleta e manejo da água de chuva foi considerada estratégia viável para o aproveitamento dos recursos hídricos. A facilidade e o baixo custo de implantação e manutenção qualificam o aproveitamento da água de chuva como tecnologia social de grande alcance e replicabilidade, podendo ser estendida a populações rurais, especialmente em usos não potáveis (limpeza de pisos, irrigação e abastecimento de bacias sanitárias).

O regime pluviométrico de Diamantina (MG), qualificado como semiúmido, possibilita o armazenamento de suprimento de água para usos não potáveis, reafirmando esta medida como de importância para a preservação de recursos naturais como a água e o solo. A água de chuva em Diamantina (MG) foi considerada de excelente qualidade, embora sua coleta em telhados requeira cuidados, como a utilização de filtros localizados antes do reservatório de armazenamento. Como fatores determinantes que contribuíram para o alto grau de qualidade da água de chuva foram identificados o baixo nível de atividade industrial e de agricultura em larga escala.

O filtro composto obteve importantes resultados de purificação, embora ainda necessite maiores estudos em termos de preparação das camadas filtrantes. Sua produção foi considerada acessível à populações rurais devido à disponibilidade dos materiais necessários e facilidade de montagem e operação.

A cartilha produzida para a orientação sobre a instalação de sistemas de coleta e manejo da água de chuva foi preparada para o esclarecimento da população sobre o assunto, com linguagem simples e consistência das informações, podendo servir de instrumento de divulgação e conscientização da necessidade de preservação dos recursos naturais, podendo ser veiculada em comunidades rurais.

7 REFERÊNCIAS

ALMEIDA, F. G.; BORGES, P.; CHAGAS, D.; QUEIRÓZ, M. A. S.; SANTOS, C. E.; SILVA C.M.M.R. **Importância estratégica da água para o terceiro milênio**. GEOgraphia, v. 4, n. 8, p. 45-56, 2009.

ALVES FILHO, J. P.; RIBEIRO, H. **Saúde ambiental no campo: o caso dos projetos de desenvolvimento sustentável em assentamentos rurais do Estado de São Paulo**. Saúde e Sociedade, v. 23, n. 2, p. 448-466, 2014.

AMARAL, L. A.; NADER FILHO, A.; ROSSI JÚNIOR, O. D.; FERREIRA, F. L. A.; BARROS, L. S. S.. **Água de consumo humano como fator de risco à saúde em propriedades rurais**. Revista de Saúde Pública, v. 37, n. 4, p. 510-514, 2003.

AGARWAL, A.; SUNITA, N. (eds): **Dying wisdom. The rise, fall and potential of India's traditional water harvesting systems**, New Delhi, 1997. 404 p.

ANNECCHINI, K. P. V. **Aproveitamento da água de chuva para fins não potáveis na cidade de Vitória (ES)**. Dissertação de Mestrado em Engenharia Ambiental. Centro Tecnológico. Universidade Federal do Espírito Santo. Vitória. 2005. 150 p.

ARAKAWA, F.S.; SHIMABUKU, Q.L.; COLDEBELLA, P. F.; CAMACHO, F. P.; SILVA, F. A.; WURZLER, G. T.; MARTINS T. B.; BAZANA, S. L.; SANTOS, O. A. A.; BERGAMASCO, R, **Carvão ativado granular impregnado com zinco para remoção de bactérias da água para consumo humano**. E-xacta, v. 6, n. 2, p. 1-11, 2013.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 9.898: Preservação e técnicas de amostragem de efluentes líquidos e corpos receptores**. Rio de Janeiro. 1987. 22 p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 10.844: Instalações prediais de águas pluviais**. Rio de Janeiro. 1989. 13 p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 5.626: Instalação predial de água fria.** Rio de Janeiro, 1998. 41 p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 15.527: Água de chuva – Aproveitamento de coberturas em áreas urbanas para fins não potáveis – Requisitos.** Rio de Janeiro. 2007. 8 p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 16.098: Aparelho para a melhoria da qualidade da água para uso doméstico – Requisitos e métodos de ensaio.** Rio de Janeiro. 2012. 34 p.

BERTOLO, E. J. P. **Aproveitamento da água de chuva em edificações.** Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto. 2006. 204 p.

BOFF, L. **Saber cuidar: ética do humano.** 19. ed. Petrópolis: Vozes, 1999. 248 p.

BRANCO, S. M. **Meio ambiente em debate.** 31^a.ed. São Paulo, Editora Moderna Ltda. 20 – 28 pp. 2000.

BRASIL. Agencia Nacional de Águas. Atlas Brasil. **Abastecimento urbano de água: Panorama nacional.** Agencia Nacional de Águas; Engecorps/Cobrape. Volume 1, Brasil: ANA: Engecorps/Cobrape, p.24, 2010.

BRASIL. MINISTÉRIO DA SAÚDE. **Portaria 1.469 de 29 de dezembro de 2000.** Estabelece os procedimentos e responsabilidades relativos ao controle e à vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade, e dá outras providências. Brasília: Diário Oficial da União de 22/02/2001.

BRASIL. MINISTÉRIO DA SAÚDE. **Portaria nº 2.914 de 12 de dezembro de 2011.** Dispõe sobre os procedimentos de controle e de vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade. Diário Oficial da União, 2011.

BRESSAN, D. L.; MARTINI, M. **Avaliação do potencial de economia de água tratada no setor residencial da região sudeste através do aproveitamento de água pluvial.** Trabalho

de Conclusão do Curso de Engenharia Civil. Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis, 2005. 117 p.

CALHEIROS, H.C.; GOMES, M. R.; ESTRELLA, P. M. A. **Calidad de las aguas meteóricas en la ciudad de Itajubá, Minas Gerais, Brasil.** Ambiente & Água. An Interdisciplinary Journal of Applied Science, v. 9, n. 2, p. 336-346, 2014.

CAMBRAIA, R.P. (Org.). **Saneamento e educação ambiental:** aplicação, produção e uso de vídeos comunitários. Diamantina: UFVJM / Grupo Jequi, 2012. 104 p.il.

CAMPOS, M. M.; AZEVEDO, F. R. **Aproveitamento de águas pluviais para consumo humano direto.** Jornal Eletrônico, Faculdades Integradas Vianna Junior, Ano V-Edição I, p. 23-42, 2013.

CONAMA – CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE. **Resolução Nº 357 de 17 de março de 2005.** Disponível em: <http://www.mma.gov.br/port/conama/res/res05/res35705.pdf>. Acesso em: 04 jul.2017. 27 p.

COOMBES, P. J. **Rainwater tanks revisited: new opportunities for urban water cycle management.** Thesis for the Degree of Doctor of Philosophy supervised by Associate Professor George Kuczera and submitted to the University of Newcastle, N.S.W., Australia, January 2002. (280 p.?)

COSTA, J.; PERES, F.; SIMÕES, A. C.; PIGNATI, W. A.; DORES, E. C.; VIEIRA, S. N.; STRÜSSMAN, C. **Contaminação de águas superficiais e de chuva por agrotóxicos em uma região do Estado do Mato Grosso.** Ciência & Saúde Coletiva, v. 17, n. 6, p.1557-1568, 2012.

DECA. **Água uso racional**, 2004. Disponível em <http://www.deca.com.br>, acesso em maio de 2004.

DE PAIVA, G. R. R.; ALVES, C. L.; FRANCO, J. M.; YAMAGUCHI, N. U. **Eficiência Bactericida e caracterização de carvão ativado impregnado com metais em filtros**

domésticos. Anais Eletrônico VII Mostra Interna de Trabalhos de Iniciação Científica UNICESUMAR – Centro Universitário de Maringá. Maringá (PR), 2014, 5 p.

FERRAZ, A.A.; DURANTE F.C.; NOGUEIRA, M. C. J. A.; ROSSETI, K. A. C.; CALLEJAS, I. J. A. **Aproveitamento de águas pluviais para fins não potáveis em edificações escolares: proposta de planejamento sustentável.** XIV ENTAC – Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído. Juiz de Fora (MG). 2012.6 p.

FERREIRA, A. D. D. **Habitação autossuficiente.** Rio de Janeiro. 1ª ed. Editora Interciência, 154 p., 2014.

FREITAS, E. A. **Conhecendo as unidades de medidas – parte II.** Curso Técnico de Segurança do Trabalho. Governo Federal. Ministério da Educação. Secretaria de Educação à Distância (SEDIS). Disponível em http://redeetec.mec.gov.br/images/stories/pdf/eixo_amb_saude_seguranca/tec_seguranca/matematica/061112_mat_a04.pdf. Acesso em 10/07/2017.

GIANOTTI, A. R.C.; DE SOUZA, M. J. H.; PEREIRA, I. M.; MACHADO, E. R. M.; MAGALHÃES, M. R.; MOURA, V. V. **Relações entre elementos meteorológico, edáficos e geográficos em duas vegetações distintas na região de Diamantina-MG.** Anais do XVII Congresso Brasileiro de Agrometeorologia - SESC Centro de Turismo de Guarapari, Guarapari (ES), 2011, 6 p.

GNADLINGER, J. **Tecnologias de captação e manejo da água de chuva em regiões semiáridas. Tecnologias Apropriadas para Terras Secas.** Fundação Konrad Adenauer e Gesellschaft für Technische Zusammenarbeit, GTZ. p. 103-122, Fortaleza (CE), 2006.

GNADLINGER, J. **Rumo a um padrão elevado de qualidade da água de chuva coletada em cisternas no semiárido brasileiro.** 6º Simpósio Brasileiro de Captação e Manejo da água de chuva. Belo Horizonte, 2007.

FENDRICH, R.; OLIYNIK, R. **Manual de utilização das águas pluviais: 100 Maneiras Práticas.** Curitiba: Livraria do Chain Editora, 2002.

FUNDAÇÃO INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE.
Geografia do Brasil: Região Sudeste. Rio de Janeiro, 1977, p. 667.

LERMA ARIAS, D. A. **Filtros cerâmicos, una alternativa de agua segura.** Dissertação de Mestrado em Ecotecnologias. Facultad de Ciencias Ambientales. Universidad Tecnológica de Pereira. Colômbia, 2012, 73 p.

JENKINS, D.; PEARSON, F. **Feasibility of rainwater collection systems in California.** California Water Resources Centre, University of California. 1978. Contribution N°.173. 55 p.

KÖPPEN, W.; GEIGER, R. *Handbuch der klimatologie.* Berlin, Germany: Gebrüder Borntraeger, 1930, v 3 n.1.

MAY, S. **Estudo da viabilidade do aproveitamento da água de chuva para consumo não potável em edificações.** Tese de Doutorado. Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, 2004, 159 p.

MEERA, V.; AHAMMED, M.M. **Water quality of rooftop rainwater harvesting systems: a review.** Journal of Water Supply – Research and Technology, v. 55, n. 4. p. 257-268. 2006.

MELO, T. A. T.; COUTINHO, A. P.; CABRAL, J. J. S. P.; ANTONINO, A. C. D.; CIRILO, J. A. **Jardim de chuva: sistema de biorretenção para o manejo das águas pluviais urbanas.** Ambiente Construído, Porto Alegre, v. 14, n. 4, p. 147-165, 2014.

MIELI, J. C. de A. **Reúso de água domiciliar.** Dissertação de Mestrado. Curso de Mestrado em Engenharia Civil. Universidade Federal Fluminense. Niterói. 2001.

MIGUEL, R.; DOS SANTOS, H. I. **Caracterização do assoreamento do Córrego Capoeira, Município de Senador Canedo-GO.** Artigo elaborado como requisito parcial à obtenção da graduação em Engenharia Ambiental pela Universidade Católica de Goiás - UCG. Goiânia, 2007, 18 p.

MOE, C. L.; MESOLO, V.; SAMSA, G.P.; SOBSEY, M. D. **Bacterial indicators of risk of diarrhoeal disease from drinking-water in the Philippines**. Bulletin of the World Health Organization, v. 69, n. 3, p. 305, 1991.

MÜHLHOFER, S. I. **Avaliação multicritério para aproveitamento da água de chuva**. Dissertação de Mestrado. Programa de Pós Graduação em Planejamento e Gestão Ambiental da Universidade Católica de Brasília. Brasília, 2011.

MURAKAMI, M. F.; MORUZZI, R. B. **Avaliação do desempenho de uma unidade em escala real para tratamento de água pluvial empregando a filtração direta por meio de filtro de pressão e amido natural de milho como coagulante primário**. Ciência & Engenharia, v. 22, n. 2, p. 37-45. 2014.

MURTHA, N. A.; HELLER, L. **Avaliação da influência de parâmetros de projeto e das características da água bruta no comportamento de filtros lentos de areia**. Engenharia Sanitária e Ambiental, v. 8, n. 4, p. 257-267, 2003.

NAKADA, L.Y. K.; MORUZZI, R. B. **Variabilidade qualitativa de águas pluviais coletadas em telhado e sua importância na concepção do sistema de tratamento**. Engenharia Sanitária e Ambiental, v. 19, n. 1, p. 1-9, 2014.

NAKADA, L. Y. K. **Tratamento de água pluvial para fins não potáveis com utilização de amido de milho como coagulante em filtração cíclica em escala de laboratório**. Trabalho de conclusão do curso de Engenharia Ambiental, Instituto de Geociências e Ciências Exatas – Unesp, Rio Claro. 2008. 35 p.

NEUGEBAUER, B. **Der Wandel kleinbäuerlicher Landnutzung in Oxtutz, Yucatán**. Freiburg, Alemanha, 1986. 283 p.

OLIVEIRA, S. M. **Aproveitamento da água de chuva e reúso de água em residências unifamiliares: estudo de caso em Palhoça-SC**. Trabalho de Conclusão do Curso de Graduação em Engenharia Civil da Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2005, 134 p.

PALMA, D. C. A. **Agrotóxicos em leite humano de mães residentes em Lucas do Rio Verde-MT**. Dissertação de Mestrado. Instituto de Saúde Coletiva, Programa de Pós Graduação em Saúde Coletiva da Universidade Federal de Mato Grosso. Cuiabá, 2011. 103 p.

PENTEADO, M. **Fundamentos de geomorfologia**. Rio de Janeiro, Fundação Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. 3ª ed. 1983, 185 p.

PREFEITURA MUNICIPAL DE DIAMANTINA. **Lei Nº 3891, de 19 de outubro de 2015**. Disponível em <www.diamantina.mg.gov.br/legislação> Acesso em 17 dez. 2015. 2p.

RIBEIRO, B. G.; DE SOUZA, M. J. H.; CUPOLILLO, F. **Estimativa da erosividade da chuva em Diamantina-MG**. Anais do XVII Congresso Brasileiro de Agrometeorologia - SESC Centro de Turismo de Guarapari, Guarapari – ES, 2011. 5 p.

SILVA, C. V.; HELLER, L. CARNEIRO, M. **Cisternas para armazenamento da água de chuva e efeito na diarreia infantil: um estudo na área rural do semiárido de Minas Gerais**. Engenharia Sanitária e Ambiental, v. 17, n. 4, p. 393-400, 2012.

TOMAZ, P. **Aproveitamento da água de chuva para áreas urbanas e fins não potáveis**: 1. ed. São Paulo: Navegar Editora, 2003, 180 p.

TORDO, O. C. **Caracterização e avaliação do uso de águas de chuva para fins potáveis**. Dissertação (Mestrado em Engenharia Ambiental) - Centro de Ciências Tecnológicas e Programa de pós-graduação em Engenharia Ambiental da Universidade Regional de Blumenau. Blumenau, 2004, 120 p.

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO – UFRJ. Departamento de Construção Civil. **Apostila de Instalações Prediais II**. Rio de Janeiro, 2003, 55 p.

UNITED NATIONS ORGANIZATION (ONU). **Rainwater harvesting utilization**. United Nations Environment Programme (UNEP). Disponível em: <https://www.gdrc.org/uem/water/rainwater/rainwaterguide.pdf>. Acesso em 10 jul. 2017.

VENTURELI, A. V. **Captação e uso da água de chuva no projeto de reciclagem orgânica da UFSC**. Trabalho de Conclusão de Curso em Agronomia, Universidade Federal de Santa Catarina, Centro de Ciências Agrárias, 52 p., 2010.

VERAS, L. R. V. DI BERNARDO, L. **Tratamento de água de abastecimento por meio da tecnologia de filtração em múltiplas etapas - FIME**. Engenharia Sanitária e Ambiental, Rio de Janeiro, v. 13, n. 1, p. 109-116, 2008.

VIGGIANO, M. H. S. **Edifícios públicos sustentáveis** – 3. ed. – Brasília : Subsecretaria de Edições Técnicas, 2012. 87 p. : il. ; 25,1 cm. – (Publicações Interlegis ; v. 1)

YAZIZ, M.; GUNTING, H.; SAPIARI, N.; GHAZALI, A. **Variations in rainwater quality from roof catchments, water research**. v. 23. p. 761-765, 1989.

ZHU, Q. e YUANHONG, L. **Rainwater harvesting in the Loess plateau of Gansu, China and its significance**, 12^a Conferência Internacional de Sistemas de Captação da água de chuva, Nova Delhi, 2005, 8 p.

8 ANEXOS

ANEXO A – PANORAMA HISTÓRICO DO MANEJO DA ÁGUA DE CHUVA

O aproveitamento da água de chuva é uma prática milenarmente levada a cabo pela humanidade, nas mais diversas culturas, com ênfase na conservação de água e também na prevenção de enchentes, originadas por chuvas torrenciais no meio urbano, onde a infiltração das águas pluviais é prejudicada pela excessiva pavimentação (VENTURELI, 2010). O impacto do processo de urbanização verificado nas últimas décadas traduz-se em crescimento populacional, aumento do número de construções e áreas impermeabilizadas e na modificação do ambiente natural.

São iniciativas para o aproveitamento da água de chuva ao longo do tempo (GNADLINGER, 2006):

- O *Homo sapiens*, no sul da África há 200.000 anos, utilizava reservas da água de chuva, colocando-a em ovos de avestruz enterrados para o consumo nos períodos de seca;
- No Planalto de Loess, na Província de Gansu, China, existiam reservatórios e cacimbas para armazenamento da água de chuva há 2.000 anos atrás;
- No Irã encontramos os “abanbards”, tanques de pedra com argamassa de cal, que constituem um tradicional sistema comunitário para coleta da água de chuva;
- No deserto de Negev, entre Israel e Jordânia, foi construído um sistema de captação da água de chuva para uso na agricultura de escoamento (*runoff*);
- A civilização romana, famosa pelos seus aquedutos em pedra, também usaram a água de chuva de forma intensa;
- Espanhóis e portugueses herdaram da civilização árabe técnicas de coleta de água, existindo além do termo cisterna, de origem latina, a palavra “algibe”, que significa tanque da água de chuva, em árabe;
- Em Portugal o Castelo e o Convento dos Templários, próximo à cidade de Tomar, construído em 1160 era abastecido por sistema de coleta pluvial, com reservatórios de 145.000 e 215.000 litros;

- Na América Pré-Colombiana, astecas, maias, incas e outros povos também utilizaram este recurso; na Península de Yucatã, no México existia uma agricultura baseada na água de chuva, além de cisternas de água potável (“chultuns”) com capacidade de 20.000 a 45.000 litros para consumo direto.

Figura 27 - Modelos de Abanbards (Irã)⁴¹.



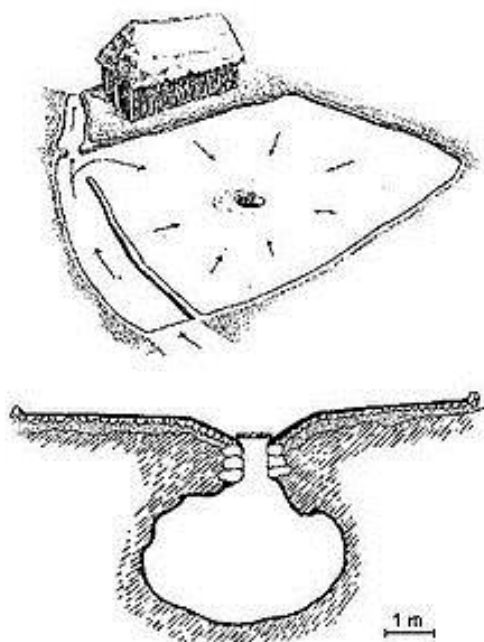
Como explica Gadlinger (2010), o desaparecimento dos sistemas de coleta da água de chuva no continente americano deve-se a lutas entre grupos indígenas, mas principalmente à invasão espanhola do século XVI. Os espanhóis construíram “algibes” nas cidades fundadas por eles, mas usavam um outro sistema agrícola nas áreas rurais, com a introdução de animais domesticados, espécies vegetais e sistemas construtivos europeus, não adaptados às condições locais (NEUGEBAUER, 1986). Na Índia o mesmo processo se repetiu, pois o sistema de colonização britânico, interessado apenas na cobrança de tributos, forçava as comunidades a abandonarem seu sistema centenário de manejo da água, segundo Agarwal e Narain (1997).

De acordo com Gnadlinger (2010) o progresso tecnológico registrado nos séculos XIX e XX, ocorreu principalmente nos países desenvolvidos, localizados em zonas de climas temperados e mais úmidos, sem períodos expressivos de seca e, portanto sem necessidade de captação da água de chuva. Assim, os processos de colonização postos em prática por estes países determinou a introdução de sistemas agrícolas adaptados a clima temperado nas colônias, sem uma necessária releitura das condições culturais e climáticas locais. Para o mesmo autor, outro motivo do declínio das práticas seculares de aproveitamento da água de

⁴¹Fontes: <https://br.pinterest.com/gilliantappin/windcatchers-ab-anbar-water-towers-and/> e https://en.wikipedia.org/wiki/File:Ab_Anbar.JPG. Acesso em 07/03/2017.

chuva é a opção por grandes projetos de barragens e aproveitamento de águas subterrâneas, calcados em modelos de grande absorção de energia (fóssil e elétrica).

Figura 28 - Ilustração esquemática de um Chultun (México)⁴².

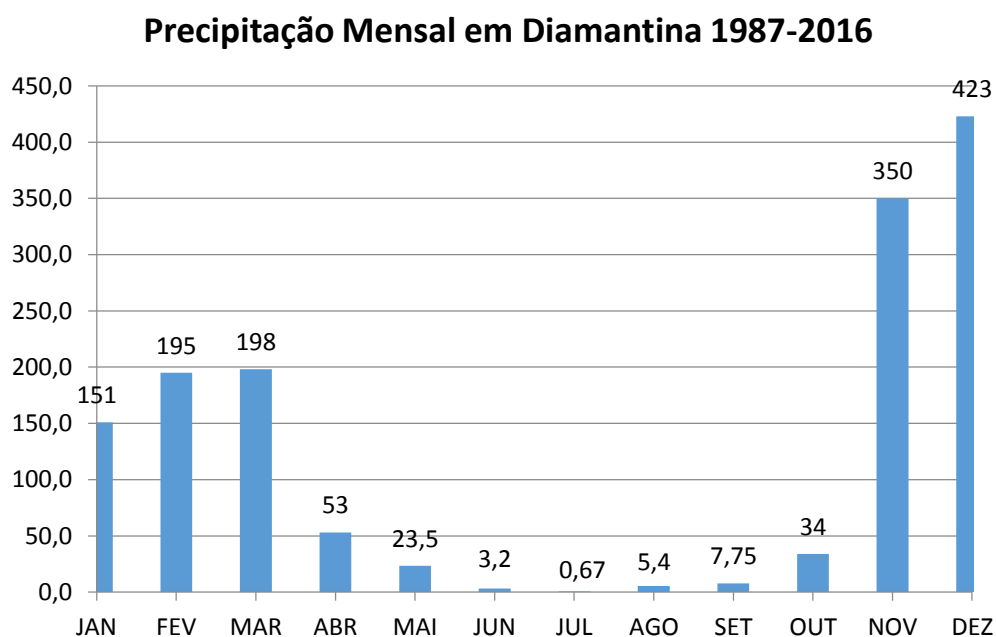


⁴² Fonte: <https://fr.wikipedia.org/wiki/Chultun>. Acesso em 07/03/2017.

ANEXO B – ESTUDO DE VOLUME IDEAL DE RESERVATÓRIO PARA DIAMANTINA (MG)

Foi pesquisado o regime de precipitações em Diamantina (MG) como forma de verificação e atualização dos dados do trabalho de Ribeiro et al. (2011), citado anteriormente. Comparando-se os resultados das médias mensais obteve-se o Gráfico 2 representado a seguir, que de certa forma confirma os dados mostrados anteriormente, exceto para o mês de janeiro, que apresentou médias inferiores a fevereiro e março. Os dados das séries históricas foram pesquisados junto ao INMET e retratam o período de 1987 a 2016, mais extenso e mais atual do que aquele focado no citado estudo.

Gráfico 2 – Precipitação mensal média em Diamantina – 1987 a 2016⁴³.



Com base nestas médias foi realizada uma simulação no programa de informática Excel (Microsoft Office®), para estudo do volume ideal para um reservatório de armazenamento da água de chuva para domicílios populares. Estes domicílios foram considerados com uma área de coleta de 70m² (semelhante à sua área construída), 04

⁴³Fonte: Elaborado pelo autor a partir de dados de

<http://www.inmet.gov.br/portal/index.php?r=bdmep/bdmep>. Acesso em 03/12/2016.

ocupantes, consumo diário de 120 litros/dia/pessoa e um aproveitamento da água de chuva correspondente a 30% do consumo total. Foram fixados os volumes de 1.000 litros, 1.500 litros, 2.500 litros, 7.500 litros e 20.000 litros para o reservatório, visando efeito de comparação. O ano foi dividido em 48 períodos de 7,5 dias (considerando o mês de 30 dias).

Assim o consumo presumido (Cp) por período foi expresso pela fórmula:

$$Cp = 4 \text{ pessoas} \times 120 \text{ litros}^{44}/\text{dia/pessoa} \times 7,5 \text{ dias} \times 0,3^*$$

Cp: Consumo da água de chuva por período (litros)

*Coeficiente de 30% do consumo total para utilização da água de chuva.

Para cada período a quantidade da água de chuva precipitada foi encontrada em função da divisão da média mensal (encontrada no Gráfico 2) por 4 (4 períodos por mês):

$$Qp = Mm / 4$$

Qp: Volume de precipitação no período (mm de precipitação)

Mm: Média mensal de precipitações (mm de precipitação)

O volume da água de chuva coletada em cada período (Vc) depende da precipitação no período (Vp) e da quantidade de precipitação, sendo expresso pela função:

$$Vc = Qp \times Ac$$

Onde

Vc: Volume da água de chuva coletada (litros)

Qp: Quantidade precipitada no período (mm de precipitação)

Ac: Área da superfície de coleta (m²)*

*Foi considerada a área de coleta padrão de 70 m².

O volume excedente (Ve) (que permanece no reservatório após o consumo) corresponde à diferença entre o consumo presumido em cada período (Cp) e o volume da água de chuva coletada (Vc):

$$Ve = Cp - Vc$$

Onde

Ve: Volume excedente da água de chuva (litros)

⁴⁴ Volume de consumo *per capita* para residências populares conforme a Tabela 6.

Cp: Consumo da água de chuva por período (litros)

Vc: Volume da água de chuva coletada (litros)

O volume total da água de chuva disponível para uso no período crítico (estiagem⁴⁵) foi calculado como a soma dos volumes coletados nos períodos em que há pouca precipitação somado ao último volume excedente do período anterior:

$$Vec = \sum Vcpe + Vep$$

Vec: Volume da água de chuva acumulado durante o período crítico

$\sum Vcpe$: Somatório dos volumes coletados durante a estiagem

Vep: Volume excedente do último período antes da estiagem

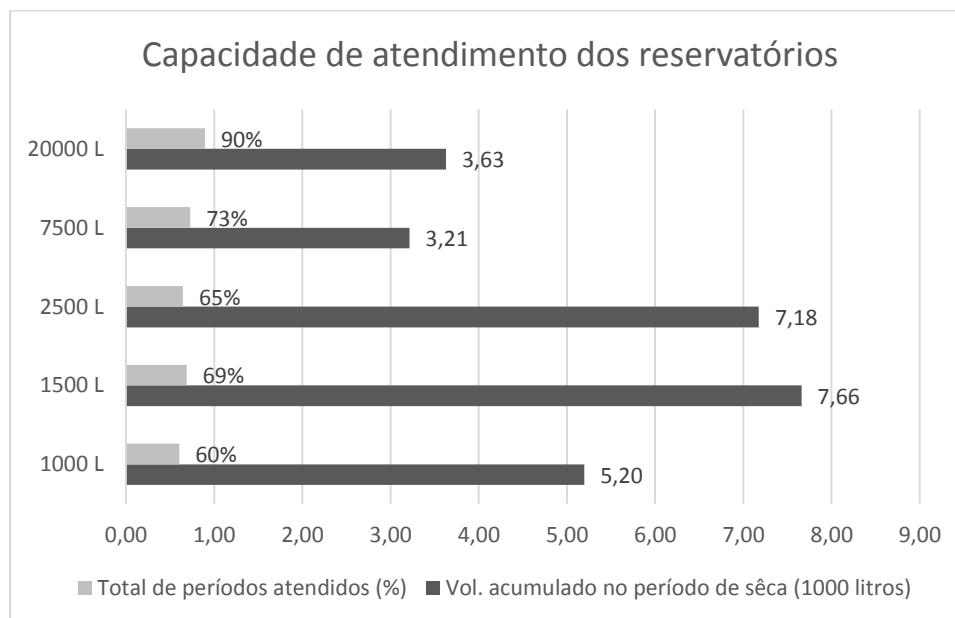
Para o reservatório de 1.000 litros a simulação aponta um Vec de 5.612 litros correspondente a cerca de cinco consumos estimados para um período, considerando-se domicílios populares (1.080 litros). O reservatório de 1.500 litros apresentou um Vec de 8.872 litros, correspondendo a quase oito consumos por período. Já para o reservatório de 2.500 litros foi encontrado um Vec de 7.750 litros, correspondente a cerca de sete consumos por período.

Entre os reservatórios maiores, o reservatório de 7.500 litros registrou um Vec de 3.472 litros, correspondente a pouco mais do que o consumo da água de chuva de três períodos. Finalmente para o reservatório de 20.000 litros foi encontrado um Vec de 3.920 litros, correspondente a pouco mais de 3,5 consumos por período.

O estudo realizado aponta que há diferença entre os reservatórios de pequena capacidade (de 1.000 litros a 2.500 litros) em termos do volume acumulado no período crítico e a porcentagem de períodos abastecidos com água de chuva durante o ano. Os resultados são ilustrados pelo Gráfico 3, a seguir.

⁴⁵ Para efeito deste trabalho o período crítico não corresponde propriamente aos meses de seca, mas à soma dos períodos onde Ve registra volume zero.

Gráfico 3 – Capacidade de atendimento de reservatórios baseado na precipitação mensal média em Diamantina – 1987 a 2016⁴⁶.



Obviamente quanto maior o reservatório, maior é também a porcentagem de atendimento ao longo do ano. Entretanto o reservatório de 1.500 litros, entre os de pequeno porte, apresenta não só a maior capacidade de atendimento ao longo do tempo (69% do ano), mas também o maior volume excedente acumulado ($Vec = 7.660$ litros).

A porcentagem de atendimento do reservatório de 1.500 litros se aproxima daquela encontrada para o reservatório de 7.500 litros (73 %). E o volume excedente acumulado do reservatório de 1.500 litros é superior aos resultados calculados para os reservatórios maiores de 7.500 litros e 20.000 litros. Isto se explica pelo fato de que, tendo um período crítico significativamente mais curto (devido ao maior volume de acumulação), os reservatórios maiores registram um volume excedente acumulado (Vec) menor.

Os resultados apontam o reservatório de 1.500 litros como o de melhor otimização, tanto em termos de tempo de aproveitamento da água de chuva ao longo do ano como em relação ao volume de acumulação durante os períodos onde a chuva é escassa, sendo mais viável a sua utilização em relação a reservatórios maiores, considerando-se o

⁴⁶Fonte: Elaborado pelo autor a partir de dados de

<http://www.inmet.gov.br/portal/index.php?r=bdmep/bdmep>. Acesso em 03/12/2016.

público alvo como populações de baixa renda e a relação custo benefício para a instalação do sistema.

ANEXO C – TABELAS COM OS RESULTADOS DE ANÁLISE DE ÁGUA REALIZADOS PELA COPASA

COPASA		SISTEMA DE CONTROLE DE QUALIDADE DE ÁGUA FÍSICO QUÍMICO "RELATÓRIO DE ENSAIO"							
DADOS REFERENTES AO LABORATÓRIO									
Nome:	COPASA - Laboratório Distrital do Alto Jaquitinhoni					Telefone: (38) 3531-9917 ou 3531-6462			
Endereço:	Br 367, Km								
Cidade:	Diamantina - MG								
DADOS REFERENTES AO CLIENTE									
Solicitante:	UFVJM					Telefone: (38) 9 8802-9042			
Endereço:	CAMPOS II - ALTO DA JACUBA, S/N (LAB. SASA)								
Cidade:	DIAMANTINA - MG								
DADOS REFERENTES A AMOSTRA									
Lote:						Roteiro:			
Data coleta:	16/01/17					Data da saída: 17/01/17			
Data da entrada:	16/01/17					Coletor: MARCO ANTONIO DE OLIVEIRA			
PONTOS DE AMOSTRAGEM									
1 - 1A - TELHADO 1 S/FILTRO					4 - TELHADO 2 C/FILTRO				
2 - 1B - TELHADO 1 C/FILTRO					5 -				
3 - 2A - TELHADO 2 S/FILTRO					6 -				
RESULTADOS ANALÍTICOS									
Parâmetros	Unidades	Método APHA	1	2	3	4	5	6	
Hora da coleta	-	-	16:15	16:15	16:15	16:15	-	-	
Temp. ambiente	°C	-	-	-	-	-	-	-	
Temp. amostra	°C	-	-	-	-	-	-	-	
Alcalinidade bicarbonato	mg/L	APHA - 2320 B	-	-	-	-	-	-	
Alcalinidade carbonato	mg/L	APHA - 2320 B	-	-	-	-	-	-	
Alcalinidade hidróxido	mg/L	APHA - 2320 B	-	-	-	-	-	-	
Alumínio	mg/L	APHA - 3111 D	-	-	-	-	-	-	
Amônia	mg/L	APHA - 4500 NH ₃	-	-	-	-	-	-	
Cianeto	mg/L	EPA - 335 - 2	-	-	-	-	-	-	
Cloretos	mg/L	APHA - 4500 C	-	-	-	-	-	-	
Cloro residual livre	mg/L	APHA - 2005	-	-	-	-	-	-	
Condutividade elétrica	µS/cm	APHA - 2510 A	-	-	-	-	-	-	
Cor aparente	uH	APHA - 2120 B	2,5	2,5	2,5	5	-	-	
Dureza cálcio	mg/L	APHA - 2340 C	-	-	-	-	-	-	
Dureza total	mg/L	APHA - 2340 C	-	-	-	-	-	-	
Ferro solúvel	mg/L	APHA - 3111 B	-	-	-	-	-	-	
Ferro total	mg/L	APHA - 3111 B	-	-	-	-	-	-	
Fluoretos	mg/L	APHA - 4500 C	-	-	-	-	-	-	
Manganês solúvel	mg/L	APHA - 3111 B	-	-	-	-	-	-	
Manganês total	mg/L	APHA - 3111 B	-	-	-	-	-	-	
Nitratos	mg/L	APHA - 4500 D	-	-	-	-	-	-	
Nitritos	mg/L	APHA - 4500 B	-	-	-	-	-	-	
pH	-	APHA - 4500 B	6,61	6,53	7,00	6,28	-	-	
Sólidos dissolv. totais	mg/L	APHA - 2540 B	-	-	-	-	-	-	
Sulfatos	mg/L	APHA - 4500 E	-	-	-	-	-	-	
Sulfetos	mg/L	EPA - 376	-	-	-	-	-	-	
Surfactantes	mg/L	APHA - 5540 C	-	-	-	-	-	-	
Turbidez	uT	APHA - 2130 B	0,64	3,16	0,65	3,09	-	-	
Observações:									
Referência: Portaria 2.914/2011 do Ministério da saúde									
Abrangência:									
Este boletim de análises só pode ser reproduzido por inteiro e sem nenhuma alteração.									
Referências metodológicas:									
Conforme artigo 17 da Portaria nº 518/2004, as metodologias analíticas utilizadas atendem às especificações do <i>Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater</i> - 20th Ed. (APHA, AWWA, WEF, 1998).									
Analista:			Responsável pelo Laboratório:			CRQ nº:			
Jonatan S. Nascimento			Jonatan dos Santos Nascimento			02414254			

SISTEMA DE CONTROLE DE QUALIDADE DE ÁGUA
FÍSICO QUÍMICO

COPASA

**SISTEMA DE CONTROLE DE QUALIDADE DE ÁGUA
BACTERIOLÓGICO
"RELATÓRIO DE ENSAIO"**

DADOS REFERENTES AO LABORATÓRIO

Nome: COPASA - Laboratório Distrital do Alto Jequinhon Telefone: (38) 3531-9917 ou 3531-5462
Endereço: Br 367, Km
Cidade: Diamantina - MG

DADOS REFERENTES AO CLIENTE

Solicitante: UFVJM Telefone: (38) 9 8802-9042
Endereço: CAMPOS II - ALTO DA JACUBA, S/N (LAB. SASA)
Cidade: DIAMANTINA - MG

DADOS REFERENTES A AMOSTRA

Lote: Roteiro:
Data coleta: 16/01/17 Data da saída: 17/01/17
Data da entrada: 16/01/17 Coletor: MARCO ANTONIO DE OLIVEIRA

PONTOS DE AMOSTRAGEM

1 - 3A - TELHADO 3 S/FILTRO 4 - 4B COLETA DIRETA C/FILTRO
2 - 3B - TELHADO 3 C/FILTRO 5 -
3 - 4A COLETA DIRETA S/FILTRO 6 -

RESULTADOS ANALÍTICOS

Parâmetros	Unidades	Método APHA	1	2	3	4	5	6
Hora da coleta	-	-	16:15	16:15	16:15	16:15	-	-
Temp. ambiente	°C	-	-	-	-	-	-	-
Temp. amostra	°C	-	-	-	-	-	-	-
Coliformes totais	NMP/100mL	APHA - 9223 A	7,3	>2419,6	>2419,6	>2419,6	-	-
Coliformes termotolerantes	UFC/100mL	APHA - 9223 A	-	-	-	-	-	-
E. coli	NMP/100mL	APHA - 9223 A	0	0	2,0	0	-	-
Bactérias heterotróficas	UFC/mL	APHA - 9215 B	-	-	-	-	-	-
Cloro residual livre	mg/L	KIT-HACH	-	-	-	-	-	-

Observações:
Referência: Portaria 2.914/2011 do Ministério da saúde

**COLETA FEITA
PELO SOLICITANTE**

Abrangência:
Este boletim de análises só pode ser reproduzido por inteiro e sem nenhuma alteração.

Referências metodológicas:
Conforme artigo 17 da Portaria nº 518/2004, as metodologias analíticas utilizadas atendem às especificações do *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater* - 20th Ed. (APHA, AWWA, WEF, 1998).

Analista: *Jonatan S. Nascimento*
Jonatan S. Nascimento
DTAJ - 27214

Responsável pelo Laboratório:
Aprovação: Jonatan dos Santos Nascimento
CRQ nº: 02414254

COPASA		SISTEMA DE CONTROLE DE QUALIDADE DE ÁGUA FÍSICO QUÍMICO							
		"RELATÓRIO DE ENSAIO"							
DADOS REFERENTES AO LABORATÓRIO									
Nome:	COPASA - Laboratório Distrital do Alto Jequitinhonha			Telefone: (38) 3531-9917 ou 3531-6462					
Endereço:	Br 367, Km								
Cidade:	Diamantina - MG								
DADOS REFERENTES AO CLIENTE									
Solicitante:	UFVJM			Telefone: (38) 9 8802-9042					
Endereço:	CAMPOS II - ALTO DA JACUBA, S/N (LAB. SASA)								
Cidade:	DIAMANTINA - MG								
DADOS REFERENTES A AMOSTRA									
Lote:				Roteiro:					
Data coleta:	02/02/17			Data da saída: 03/02/17					
Data da entrada:	02/02/17			Coletor: MARCO ANTONIO DE OLIVEIRA					
PONTOS DE AMOSTRAGEM									
1 - 1A - TELHADO 1 S/FILTRO			4 - TELHADO 2 C/FILTRO						
2 - 1B - TELHADO 1 C/FILTRO			5 -						
3 - 2A - TELHADO 2 S/FILTRO			6 -						
RESULTADOS ANALÍTICOS									
Parâmetros	Unidades	Método APHA	1	2	3	4	5	6	
Hora da coleta	-	-	16:15	16:15	16:15	16:15	-	-	
Temp. ambiente	°C	-	-	-	-	-	-	-	
Temp. amostra	°C	-	-	-	-	-	-	-	
Alcalinidade bicarbonato	mg/L	APHA - 2320 B	-	-	-	-	-	-	
Alcalinidade carbonato	mg/L	APHA - 2320 B	-	-	-	-	-	-	
Alcalinidade hidróxido	mg/L	APHA - 2320 B	-	-	-	-	-	-	
Alumínio	mg/L	APHA - 3111 D	-	-	-	-	-	-	
Amônia	mg/L	APHA - 4500 NH ₃	-	-	-	-	-	-	
Cianeto	mg/L	EPA - 335-2	-	-	-	-	-	-	
Cloretos	mg/L	APHA - 4500 C	-	-	-	-	-	-	
Cloro residual livre	mg/L	APHA - 2005	-	-	-	-	-	-	
Condutividade elétrica	µS/cm	APHA - 2510 A	-	-	-	-	-	-	
Cor aparente	uH	APHA - 2120 B	2,5	2,5	2,5	2,5	-	-	
Dureza cálcio	mg/L	APHA - 2340 C	-	-	-	-	-	-	
Dureza total	mg/L	APHA - 2340 C	-	-	-	-	-	-	
Ferro solúvel	mg/L	APHA - 3111 B	-	-	-	-	-	-	
Ferro total	mg/L	APHA - 3111 B	-	-	-	-	-	-	
Fluoretos	mg/L	APHA - 4500 C	-	-	-	-	-	-	
Manganês solúvel	mg/L	APHA - 3111 B	-	-	-	-	-	-	
Manganês total	mg/L	APHA - 3111 B	-	-	-	-	-	-	
Nitratos	mg/L	APHA - 4500 D	-	-	-	-	-	-	
Nitritos	mg/L	APHA - 4500 B	-	-	-	-	-	-	
pH	-	APHA - 4500 B	7,15	6,68	6,44	6,68	-	-	
Sólidos dissolv. totais	mg/L	APHA - 2540 B	-	-	-	-	-	-	
Sulfatos	mg/L	APHA - 4500 E	-	-	-	-	-	-	
Sulfetos	mg/L	EPA - 376	-	-	-	-	-	-	
Surfactantes	mg/L	APHA - 5540 C	-	-	-	-	-	-	
Turbidez	uT	APHA - 2130 B	1,28	1,79	0,68	4,91	-	-	
Observações:									
Referência: Portaria 2.914/2011 do Ministério da saúde									
Abrangência:									
Este boletim de análises só pode ser reproduzido por inteiro e sem nenhuma alteração.									
Referências metodológicas:									
Conforme artigo 17 da Portaria nº 518/2004, as metodologias analíticas utilizadas atendem às especificações do Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater - 20th Ed. (APHA, AWWA, WEF, 1998).									
Analista:			Responsável pelo Laboratório:			CRQ nº: 02414254			
Jonatan S. Nascimento			Jonatan dos Santos Nascimento						
DTAJ - 27214									

SISTEMA DE CONTROLE DE QUALIDADE DE ÁGUA
FÍSICO QUÍMICO

COPASA

**SISTEMA DE CONTROLE DE QUALIDADE DE ÁGUA
BACTERIOLÓGICO
"RELATÓRIO DE ENSAIO"**

DADOS REFERENTES AO LABORATÓRIO

Nome: COPASA - Laboratório Distrital do Alto Jequitinhonha Telefone: (38) 3531-8917 ou 3531-6462
Endereço: Br 367, Km
Cidade: Diamantina - MG

DADOS REFERENTES AO CLIENTE

Solicitante: UFVJM Telefone: (38) 9 8802-9042
Endereço: CAMPOS II - ALTO DA JACUBA, S/N (LAB. SASA)
Cidade: DIAMANTINA - MG

DADOS REFERENTES A AMOSTRA

Lote: Roteiro:
Data coleta: 02/02/17 Data da saída: 03/02/17
Data da entrada: 02/02/17 Coletor: MARCO ANTONIO DE OLIVEIRA

PONTOS DE AMOSTRAGEM

1 - 1A - TELHADO 1 S/FILTRO 4 - TELHADO 2 C/FILTRO
2 - 1B - TELHADO 1 C/FILTRO 5 -
3 - 2A - TELHADO 2 S/FILTRO 6 -

RESULTADOS ANALÍTICOS

Parâmetros	Unidades	Método APHA	1	2	3	4	5	6
Hora da coleta:	-	-	18:15	18:15	18:15	18:15	-	-
Temp. ambiente	°C	-	-	-	-	-	-	-
Temp. amostra	°C	-	-	-	-	-	-	-
Coliformes totais	NMP/100mL	APHA - 9223 A	>2419,6	>2419,6	>2419,6	>2419,6	-	-
Coliformes termotolerantes	UFC/100mL	APHA - 9223 A	-	-	-	-	-	-
E. coli	NMP/100mL	APHA - 9223 A	1	0	150	61,3	-	-
Bactérias heterotróficas	UFC/mL	APHA - 9215 B	-	-	-	-	-	-
Cloro residual livre	mg/L	KIT HACH	-	-	-	-	-	-

Observações:
Referência: Portaria 2.914/2011 do Ministério da saúde

**COLETA FEITA
PELO SOLICITANTE**

Abrangência:
Este boletim de análises só pode ser reproduzido por inteiro e sem nenhuma alteração.

Referências metodológicas:
Conforme artigo 17 da Portaria nº 518/2004, as metodologias analíticas utilizadas atendem às especificações do Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater - 20th Ed. (APHA, AWWA, WEF, 1998).

Analista: *Jonatan S. Nascimento*
Jonatan S. Nascimento
DTAJ - 27214

Responsável pelo Laboratório:
Aprovação: Jonatan dos Santos Nascimento
CRQ nº: 02414254

COPASA**SISTEMA DE CONTROLE DE QUALIDADE DE ÁGUA
FÍSICO QUÍMICO****"RELATÓRIO DE ENSAIO"****DADOS REFERENTES AO LABORATÓRIO**

Nome: COPASA - Laboratório Distrital do Alto Jequitinhonha Telefone: (38) 3531-9917 ou 3531-6462
 Endereço: Br 367, Km
 Cidade: Diamantina - MG

DADOS REFERENTES AO CLIENTE

Solicitante: UFVJM Telefone: (38) 9 8802-9042
 Endereço: CAMPOS II - ALTO DA JACUBA, S/N (LAB. SASA)
 Cidade: DIAMANTINA - MG

DADOS REFERENTES A AMOSTRA

Lote:
 Data coleta: 02/02/17 Roteiro:
 Data da saída: 03/02/17
 Data da entrada: 02/02/17 Coletor: MARCO ANTONIO DE OLIVEIRA

PONTOS DE AMOSTRAGEM

1 - 3A - TELHADO 3 S/FILTRO 4 - 4B COLETA DIRETA C/FILTRO
 2 - 3B - TELHADO 3 C/FILTRO 5 -
 3 - 4A COLETA DIRETA S/FILTRO 6 -

RESULTADOS ANALÍTICOS

Parâmetros	Unidades	Método APHA	1	2	3	4	5	6
Hora da coleta	-	-	10:15	10:15	16:15	16:15	-	-
Temp. ambiente	°C	-	-	-	-	-	-	-
Temp. amostra	°C	-	-	-	-	-	-	-
Alcalinidade bicarbonato	mg/L	APHA - 2320 B	-	-	-	-	-	-
Alcalinidade carbonato	mg/L	APHA - 2320 B	-	-	-	-	-	-
Alcalinidade hidróxido	mg/L	APHA - 2320 B	-	-	-	-	-	-
Alumínio	mg/L	APHA - 3111 D	-	-	-	-	-	-
Amônia	mg/L	APHA - 4500 NH ₃	-	-	-	-	-	-
Cianeto	mg/L	EPA - 335 -2	-	-	-	-	-	-
Cloreto	mg/L	APHA - 4500 C	-	-	-	-	-	-
Cloro residual livre	mg/L	APHA - 2005	-	-	-	-	-	-
Condutividade elétrica	µS/cm	APHA - 2510 A	-	-	-	-	-	-
Cor aparente	uH	APHA - 2120 B	2,5	5	5	5	-	-
Dureza cálcio	mg/L	APHA - 2340 C	-	-	-	-	-	-
Dureza total	mg/L	APHA - 2340 C	-	-	-	-	-	-
Ferro solúvel	mg/L	APHA - 3111 B	-	-	-	-	-	-
Ferro total	mg/L	APHA - 3111 B	-	-	-	-	-	-
Fluoretos	mg/L	APHA - 4600 C	-	-	-	-	-	-
Manganês solúvel	mg/L	APHA - 3111 B	-	-	-	-	-	-
Manganês total	mg/L	APHA - 3111 B	-	-	-	-	-	-
Nitrato	mg/L	APHA - 4500 D	-	-	-	-	-	-
Nitrito	mg/L	APHA - 4500 B	-	-	-	-	-	-
pH	-	APHA - 4500 B	6,47	6,71	6,36	6,86	-	-
Sólidos dissolv. totais	mg/L	APHA - 2540 B	-	-	-	-	-	-
Sulfato	mg/L	APHA - 4500 E	-	-	-	-	-	-
Sulfeto	mg/L	EPA - 376	-	-	-	-	-	-
Surfactantes	mg/L	APHA - 5540 C	-	-	-	-	-	-
Turbidez	uT	APHA - 2130 B	0,66	0,83	1,96	0,86	-	-

COLETA FEITA
PELO SOLICITANTE

Observações:

Referência: Portaria 2.914/2011 do Ministério da Saúde

Abrangência:

Este boletim de análises só pode ser reproduzido por inteiro e sem nenhuma alteração.

Referências metodológicas:

Conforme artigo 17 da Portaria nº 518/2004, as metodologias analíticas utilizadas atendem às especificações do Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater - 20th Ed. (APHA, AWWA, WEF, 1998).

Analista:

Jonatan S. Nascimento
DTA - 27/21

Responsável pelo Laboratório:

Aprovação: Jonatan dos Santos Nascimento

CRQ nº: 02414254

**SISTEMA DE CONTROLE DE QUALIDADE DE ÁGUA
BACTERIOLÓGICO
"RELATÓRIO DE ENSAIO"**

COPASA

DADOS REFERENTES AO LABORATÓRIO

Nome: COPASA - Laboratório Distrital do Alto Jequitinhonha Telefone: (38) 3531-9917 ou 3531-6462
Endereço: Br 367, Km
Cidade: Diamantina - MG

DADOS REFERENTES AO CLIENTE

Solicitante: UFVJM Telefone: (38) 9 8802-9042
Endereço: CAMPOS II - ALTO DA JACUBA, S/N (LAB. SASA)
Cidade: DIAMANTINA - MG

DADOS REFERENTES A AMOSTRA

Lote: Rotelro:
Data coleta: 02/02/17 Data da saída: 03/02/17
Data da entrada: 02/02/17 Coletor: MARCO ANTONIO DE OLIVEIRA

PONTOS DE AMOSTRAGEM

1 - 3A - TELHADO 3 S/FILTRO 4 - 4B COLETA DIRETA C/FILTRO
2 - 3B - TELHADO 3 C/FILTRO 5 -
3 - 4A COLETA DIRETA S/FILTRO 6 -

RESULTADOS ANALÍTICOS

Parâmetros	Unidades	Método APHA	1	2	3	4	5	6
Hora da coleta	-	-	16:15	16:15	16:15	16:15	-	-
Temp. ambiente	°C	-	-	-	-	-	-	-
Temp. amostra	°C	-	-	-	-	-	-	-
Coliformes totais	NMP/100mL	APHA - 9223 A	>2419,6	>2419,6	>2419,6	>2419,6	-	-
Coliformes termotolerantes	UFC/100mL	APHA - 9223 A	-	-	-	-	-	-
E. coli	NMP/100mL	APHA - 9223 A	1	23,1	0	5,2	-	-
Bactérias heterotróficas	UFC/mL	APHA - 9215 B	-	-	-	-	-	-
Cloro residual livre	mg/L	KIT HACH	-	-	-	-	-	-

Observações:

Referência: Portaria 2.914/2011 do Ministério da saúde

**COLETA FEITA
PELO SOLICITANTE**

Abrangência:
Este boletim de análises só pode ser reproduzido por inteiro e sem nenhuma alteração.

Referências metodológicas:
Conforme artigo 17 da Portaria nº 518/2004, as metodologias analíticas utilizadas atendem às especificações do Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater - 20th Ed. (APHA, AWWA, WEF, 1998).

Analista: *Jonatan S. Nascimento*
DTAJ - 27214

Responsável pelo Laboratório:
Aprovação: Jonatan dos Santos Nascimento
CRQ nº: 02414254

COPASA		SISTEMA DE CONTROLE DE QUALIDADE		FÍSICO QUÍMICO		"RELATÓRIO DE ENSAIO"		
DADOS REFERENTES AO LABORATÓRIO								
Nome:	COPASA - Laboratório Distrital do Alto Jequitinhoni		Telefone:		(38) 3531-9917 ou 3531-6462			
Endereço:	Br 367, Km							
Cidade:	Diamantina - MG							
DADOS REFERENTES AO CLIENTE								
Solicitante:	UFVJM		Telefone:		(38) 9 8602-9042			
Endereço:	CAMPOS II - ALTO DA JACUBA, S/N (LAB. SASA)							
Cidade:	DIAMANTINA - MG							
DADOS REFERENTES A AMOSTRA								
Lote:	A17061		Roteiro:		PARTICULAR			
Data coleta:	20/03/17		Data da saída:		21/03/17			
Data da entrada:	20/03/17		Coletor:		MARCO ANTONIO DE OLIVEIRA			
PONTOS DE AMOSTRAGEM								
1 - 1A - TELHADO 1 S/FILTRO		4 - TELHADO 2 C/FILTRO						
2 - 1B - TELHADO 1 C/FILTRO		5 -						
3 - 2A - TELHADO 2 S/FILTRO		6 -						
RESULTADOS ANALÍTICOS								
Parâmetros	Unidades	Método APHA	1	2	3	4	5	6
Hora da coleta			15:30	15:30	15:30	15:30	-	-
Temp. ambiente	°C		-	-	-	-	-	-
Temp. amostra	°C		-	-	-	-	-	-
Alcalinidade bicarbonato	mg/L	APHA - 2320 B	-	-	-	-	-	-
Alcalinidade carbonato	mg/L	APHA - 2320 B	-	-	-	-	-	-
Alcalinidade hidróxido	mg/L	APHA - 2320 B	-	-	-	-	-	-
Alumínio	mg/L	APHA - 3111 D	-	-	-	-	-	-
Amônia	mg/L	APHA - 4500 NH ₃	-	-	-	-	-	-
Cianeto	mg/L	EPA - 335-2	-	-	-	-	-	-
Cloretos	mg/L	APHA - 4500 C	-	-	-	-	-	-
Cloro residual livre	mg/L	APHA - 2005	-	-	-	-	-	-
Condutividade elétrica	µS/cm	APHA - 2510 A	-	-	-	-	-	-
Cor aparente	uH	APHA - 2120 B	7,5	120	5	120	-	-
Dureza cálcio	mg/L	APHA - 2340 C	-	-	-	-	-	-
Dureza total	mg/L	APHA - 2340 C	-	-	-	-	-	-
Ferro solúvel	mg/L	APHA - 3111 B	-	-	-	-	-	-
Ferro total	mg/L	APHA - 3111 B	-	-	-	-	-	-
Fluoretos	mg/L	APHA - 4500 C	-	-	-	-	-	-
Manganês solúvel	mg/L	APHA - 3111 B	-	-	-	-	-	-
Manganês total	mg/L	APHA - 3111 B	-	-	-	-	-	-
Nitritos	mg/L	APHA - 4500 D	-	-	-	-	-	-
Nitros	mg/L	APHA - 4500 B	-	-	-	-	-	-
pH	-	APHA - 4500 B	6,43	6,63	7,03	6,74	-	-
Sólidos dissolv. totais	mg/L	APHA - 2540 B	-	-	-	-	-	-
Sulfatos	mg/L	APHA - 4500 E	-	-	-	-	-	-
Sulfetos	mg/L	EPA - 376	-	-	-	-	-	-
Surfactantes	mg/L	APHA - 5540 C	-	-	-	-	-	-
Turbidez	uT	APHA - 2130 B	1,80	28,90	0,80	11,20	-	-
Observações:								
Referência: Portaria 2.914/2011 do Ministério da saúde								
Abrangência:								
Este boletim de análises só pode ser reproduzido por inteiro e sem nenhuma alteração.								
Referências metodológicas:								
Conforme artigo 17 da Portaria nº 518/2004, as metodologias analíticas utilizadas atendem às especificações do Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater - 20th Ed. (APHA, AWWA, WEF, 1998).								
Analista:		Responsável pelo Laboratório:				CRQ nº:		
Jonatã S. Nascimento		Jonatan dos Santos Nascimento				02414254		
DTAJ - 27214								

COPASA		SISTEMA DE CONTROLE DE QUALIDADE DE ÁGUA BACTERIOLÓGICO "RELATÓRIO DE ENSAIO"							
DADOS REFERENTES AO LABORATÓRIO									
Nome:	COPASA - Laboratório Distrital do Alto Jequitinhonha					Telefone: (38) 3531-9917 ou 3531-6462			
Endereço:	Br 367, Km								
Cidade:	Diamantina - MG								
DADOS REFERENTES AO CLIENTE									
Solicitante:	UFVJM					Telefone: (38) 9 8802-9042			
Endereço:	CAMPOS II - ALTO DA JACUBA, S/N (LAB. SASA)								
Cidade:	DIAMANTINA - MG								
DADOS REFERENTES A AMOSTRA									
Lote:	A17061					Roteiro: PARTICULAR			
Data coleta:	20/03/17					Data da saída: 21/03/17			
Data da entrada:	20/03/17					Coletor: MARCO ANTONIO DE OLIVEIRA			
PONTOS DE AMOSTRAGEM									
1 - 1A - TELHADO 1 S/FILTRO					4 - TELHADO 2 C/FILTRO				
2 - 1B - TELHADO 1 C/FILTRO					5 -				
3 - 2A - TELHADO 2 S/FILTRO					6 -				
RESULTADOS ANALÍTICOS									
Parâmetros	Unidades	Método APHA	1	2	3	4	5	6	
Flora da coleta	-	-	15:30	15:30	15:30	15:30	-	-	
Temp. ambiente	°C	-	-	-	-	-	-	-	
Temp. amostra	°C	-	-	-	-	-	-	-	
Coliformes totais	NMP/100mL	APHA - 9223 A	2,0	0	960,6	>2419,6	-	-	
Coliformes termotolerantes	UFC/100mL	APHA - 9223 A	-	-	-	-	-	-	
E. coli	NMP/100mL	APHA - 9223 A	0	0	0	0	-	-	
Bactérias heterotróficas	UFC/mL	APHA - 9215 B	-	-	-	-	-	-	
Cloro residual livre	mg/L	KIT HACH	-	-	-	-	-	-	
Observações:			COLETA FEITA PELO SOLICITANTE						
Referência: Portaria 2.914/2011 do Ministério da Saúde									
Abrangência: Este boletim de análises só pode ser reproduzido por inteiro e sem nenhuma alteração.									
Referências metodológicas: Conforme artigo 17 da Portaria nº 518/2004, as metodologias analíticas utilizadas atendem às especificações do <i>Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater</i> - 20th Ed. (APHA, AWWA, WEF, 1998).									
Analista:			Responsável pelo Laboratório:						
Jonatan S. Nascimento			Aprovação:				CRQ nº: 02414254		
DTAJ - 27214			Jonatan dos Santos Nascimento						

COPASA		SISTEMA DE CONTROLE DE QUALIDADE DE ÁGUA FÍSICO QUÍMICO "RELATÓRIO DE ENSAIO"							
DADOS REFERENTES AO LABORATÓRIO									
Nome:	COPASA - Laboratório Distrital do Alto Jequitinhonha Telefone: (38) 3531-9917 ou 3531-6462								
Endereço:	Br 367, Km								
Cidade:	Diamantina - MG								
DADOS REFERENTES AO CLIENTE									
Solicitante:	UFVJM Telefone: (38) 9 8802-9042								
Endereço:	CAMPOS II - ALTO DA JACUBA, S/N (LAB. SASA)								
Cidade:	DIAMANTINA - MG								
DADOS REFERENTES A AMOSTRA									
Lote:	A17061			Rotelo: PARTICULAR					
Data coleta:	20/03/17			Data da saída: 21/03/17					
Data da entrada:	20/03/17			Coletor: MARCO ANTONIO DE OLIVEIRA					
PONTOS DE AMOSTRAGEM									
1 - 3A - TELHADO 3 S/FILTRO				4 - 4B COLETA DIRETA C/FILTRO					
2 - 3B - TELHADO 3 C/FILTRO				5 -					
3 - 4A COLETA DIRETA S/FILTRO				6 -					
RESULTADOS ANALÍTICOS									
Parâmetros	Unidades	Método APHA	1	2	3	4	5	6	
Hora da coleta	-	-	15:30	15:30	15:30	15:30	-	-	
Temp. ambiente	°C	-	-	-	-	-	-	-	
Temp. amostra	°C	-	-	-	-	-	-	-	
Alcalinidade bicarbonato	mg/L	APHA - 2320 B	-	-	-	-	-	-	
Alcalinidade carbonato	mg/L	APHA - 2320 B	-	-	-	-	-	-	
Alcalinidade hidróxido	mg/L	APHA - 2320 B	-	-	-	-	-	-	
Alumínio	mg/L	APHA - 3111 D	-	-	-	-	-	-	
Amônia	mg/L	APHA - 4500 NH ₃	-	-	-	-	-	-	
Cianeto	mg/L	EPA - 335 -2	-	-	-	-	-	-	
Cloreto	mg/L	APHA - 4500 C	-	-	-	-	-	-	
Cloro residual livre	mg/L	APHA - 2005	-	-	-	-	-	-	
Condutividade elétrica	µS/cm	APHA - 2510 A	-	-	-	-	-	-	
Cor aparente	uH	APHA - 2120 B	10	90	30	60	-	-	
Dureza cálcio	mg/L	APHA - 2340 C	-	-	-	-	-	-	
Dureza total	mg/L	APHA - 2340 C	-	-	-	-	-	-	
Ferro solúvel	mg/L	APHA - 3111 B	-	-	-	-	-	-	
Ferro total	mg/L	APHA - 3111 B	-	-	-	-	-	-	
Fluoretos	mg/L	APHA - 4500 C	-	-	-	-	-	-	
Manganês solúvel	mg/L	APHA - 3111 B	-	-	-	-	-	-	
Manganês total	mg/L	APHA - 3111 B	-	-	-	-	-	-	
Nitrato	mg/L	APHA - 4500 D	-	-	-	-	-	-	
Nitrito	mg/L	APHA - 4500 B	-	-	-	-	-	-	
pH	-	APHA - 4500 B	8,60	8,29	7,02	6,67	-	-	
Sólidos dissolv. totais	mg/L	APHA - 2540 B	-	-	-	-	-	-	
Sulfatos	mg/L	APHA - 4500 E	-	-	-	-	-	-	
Sulfetos	mg/L	EPA - 376	-	-	-	-	-	-	
Surfactantes	mg/L	APHA - 5540 C	-	-	-	-	-	-	
Turbidez	uT	APHA - 2130 B	0,30	3,87	1,60	5,15	-	-	
Observações:									
Referência: Portaria 2.914/2011 do Ministério da saúde									
Abrangência:									
Este boletim de análises só pode ser reproduzido por inteiro e sem nenhuma alteração.									
Referências metodológicas:									
Conforme artigo 17 da Portaria nº 518/2004, as metodologias analíticas utilizadas atendem às especificações do Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater - 20th Ed. (APHA, AWWA, WEF, 1998).									
Analista:			Responsável pelo Laboratório:						
Jonatan S. Nascimento DTAJ - 27214			Aprovação: Jonatan dos Santos Nascimento			CRQ nº: 02414254			

COPASA		SISTEMA DE CONTROLE DE QUALIDADE DE ÁGUA BACTERIOLÓGICO "RELATÓRIO DE ENSAIO"							
DADOS REFERENTES AO LABORATÓRIO									
Nome:	COPASA - Laboratório Distrital do Alto Jequitinhora				Telefone: (38) 3531-9917 ou 3531-6462				
Endereço:	Br 387, Km								
Cidade:	Diamantina - MG								
DADOS REFERENTES AO CLIENTE									
Solicitante:	UFVJM				Telefone: (38) 9 8802-9042				
Endereço:	CAMPOS II - ALTO DA JACUBA, S/N (LAB. SASA)								
Cidade:	DIAMANTINA - MG								
DADOS REFERENTES A AMOSTRA									
Lote:	A17061				Roteiro: PARTICULAR				
Data coleta:	20/03/17				Data da saída: 21/03/17				
Data da entrada:	20/03/17				Coletor: MARCO ANTONIO DE OLIVEIRA				
PONTOS DE AMOSTRAGEM									
1 - 3A - TELHADO 3 S/FILTRO					4 - 4B COLETA DIRETA C/FILTRO				
2 - 3B - TELHADO 3 C/FILTRO					5 -				
3 - 4A COLETA DIRETA S/FILTRO					6 -				
RESULTADOS ANALÍTICOS									
Parâmetros	Unidades	Método APHA	1	2	3	4	5	6	
Hora da coleta	-	-	15:30	15:30	15:30	15:30	-	-	
Temp. ambiente	°C	-	-	-	-	-	-	-	
Temp. amostra	°C	-	-	-	-	-	-	-	
Coliformes totais	NMP/100mL	APHA - 9223 A	325,5	>2419,6	>2419,6	>2419,6	-	-	
Coliformes termotolerantes	UFC/100mL	APHA - 9223 A	-	-	-	-	-	-	
E. coli	NMP/100mL	APHA - 9223 A	0	0	1,0	0	-	-	
Bactérias heterotróficas	UFC/mL	APHA - 9215 B	-	-	-	-	-	-	
Cloro residual livre	mg/L	KIT HACH	-	-	-	-	-	-	
<div> <div>Observações:</div> <div>Referência: Portaria 2.914/2011 do Ministério da saúde</div> </div> <div> <div>COLETA FEITA PELO SOLICITANTE</div> </div>									
<div> <div>Abrangência:</div> <div>Este boletim de análises só pode ser reproduzido por inteiro e sem nenhuma alteração.</div> </div> <div> <div>Referências metodológicas:</div> <div>Conforme artigo 17 da Portaria nº 518/2004, as metodologias analíticas utilizadas atendem às especificações do Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater - 20th Ed. (APHA, AWWA, WEF, 1998).</div> </div>									
<div>Analista:</div> <div>Jonatan S. Nascimento</div> <div>DTAJ - 27214</div>			<div>Responsável pelo Laboratório:</div> <div>Aprovação:</div> <div>Jonatan dos Santos Nascimento</div> <div>CRQ nº: 02414254</div>						

COPASA		SISTEMA DE CONTROLE DE QUALIDADE DE ÁGUA FÍSICO QUÍMICO "RELATÓRIO DE ENSAIO"						
DADOS REFERENTES AO LABORATÓRIO								
Nome:	COPASA - Laboratório Distrital do Alto Jequitinhonha			Telefone: (38) 3531-9917 ou 3531-6462				
Endereço:	Br 367, Km							
Cidade:	Diamantina - MG							
DADOS REFERENTES AO CLIENTE								
Solicitante:	UFVJM			Telefone: (38) 9 8802-9042				
Endereço:	CAMPOS II - ALTO DA JACUBA, S/N (LAB. SASA)							
Cidade:	DIAMANTINA - MG							
DADOS REFERENTES A AMOSTRA								
Lote:	A17099			Roteiro: PARTICULAR				
Data coleta:	24/04/17			Data da saída: 25/04/17				
Data da entrada:	24/04/17			Coletor: MARCO ANTONIO DE OLIVEIRA				
PONTOS DE AMOSTRAGEM								
1 - 1A - TELHADO 1 S/FILTRO				4 - TELHADO 2 C/FILTRO				
2 - 1B - TELHADO 1 C/FILTRO				5 -				
3 - 2A - TELHADO 2 S/FILTRO				6 -				
RESULTADOS ANALÍTICOS								
Parâmetros	Unidades	Método APHA	1	2	3	4	5	6
Hora da coleta	-	-	14:50	14:50	14:50	14:50	-	-
Temp. ambiente	°C	-	-	-	-	-	-	-
Temp. amostra	°C	-	-	-	-	-	-	-
Alcalinidade bicarbonato	mg/L	APHA - 2320 B	-	-	-	-	-	-
Alcalinidade carbonato	mg/L	APHA - 2320 B	-	-	-	-	-	-
Alcalinidade hidróxido	mg/L	APHA - 2320 B	-	-	-	-	-	-
Alumínio	mg/L	APHA - 3111 D	-	-	-	-	-	-
Amônia	mg/L	APHA - 4500 NH ₃	-	-	-	-	-	-
Cianeto	mg/L	EPA - 335 -2	-	-	-	-	-	-
Cloreto	mg/L	APHA - 4500 C	-	-	-	-	-	-
Cloro residual livre	mg/L	APHA - 2005	-	-	-	-	-	-
Condutividade elétrica	µS/cm	APHA - 2510 A	-	-	-	-	-	-
Cor aparente	uH	APHA - 2120 B	5,0	40	10	80	-	-
Dureza cálcio	mg/L	APHA - 2340 C	-	-	-	-	-	-
Dureza total	mg/L	APHA - 2340 C	-	-	-	-	-	-
Ferro solúvel	mg/L	APHA - 3111 B	-	-	-	-	-	-
Ferro total	mg/L	APHA - 3111 B	-	-	-	-	-	-
Fluoretos	mg/L	APHA - 4500 C	-	-	-	-	-	-
Manganês solúvel	mg/L	APHA - 3111 B	-	-	-	-	-	-
Manganês total	mg/L	APHA - 3111 B	-	-	-	-	-	-
Nitratos	mg/L	APHA - 4500 D	-	-	-	-	-	-
Nitritos	mg/L	APHA - 4500 B	-	-	-	-	-	-
pH	-	APHA - 4500 B	8,46	8,23	8,13	8,14	-	-
Sólidos dissolv. totais	mg/L	APHA - 2540 B	-	-	-	-	-	-
Sulfatos	mg/L	APHA - 4500 E	-	-	-	-	-	-
Sulfetos	mg/L	EPA - 376	-	-	-	-	-	-
Surfactantes	mg/L	APHA - 5540 C	-	-	-	-	-	-
Turbidez	uT	APHA - 2130 B	2,70	3,00	1,10	5,20	-	-
Observações:								
Referência: Portaria 2.914/2011 do Ministério da saúde								
Abrangência:								
Este boletim de análises só pode ser reproduzido por inteiro e sem nenhuma alteração.								
Referências metodológicas:								
Conforme artigo 17 da Portaria nº 518/2004, as metodologias analíticas utilizadas atendem as especificações do Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater - 20th Ed. (APHA, AWWA, WEF, 1998).								
Analista:		Responsável pelo Laboratório:						
Jonatan S. Nascimento		Aprovação:				CRQ nº: 02414254		
DTAJ - 27214		Jonatan dos Santos Nascimento						

		SISTEMA DE CONTROLE DE QUALIDADE DE ÁGUA BACTERIOLÓGICO "RELATÓRIO DE ENSAIO"							
DADOS REFERENTES AO LABORATÓRIO									
Nome:	COPASA - Laboratório Distrital do Alto Jequitinhonha								
Endereço:	Br 367, Km								
Cidade:	Diamantina - MG								
DADOS REFERENTES AO CLIENTE									
Solicitante:	UFVJM				Telefone: (38) 9 8802-9042				
Endereço:	CAMPOS II - ALTO DA JACUBA, S/N (LAB. SASA)								
Cidade:	DIAMANTINA - MG								
DADOS REFERENTES A AMOSTRA									
Lote:	A17099				Roteiro: PARTICULAR				
Data coleta:	24/04/17				Data da saída: 25/04/17				
Data da entrada:	24/04/17				Coletor: MARCO ANTONIO DE OLIVEIRA				
PONTOS DE AMOSTRAGEM									
1 - 1A - TELHADO 1 S/FILTRO					4 - TELHADO 2 C/FILTRO				
2 - 1B - TELHADO 1 C/FILTRO					5 -				
3 - 2A - TELHADO 2 S/FILTRO					6 -				
RESULTADOS ANALÍTICOS									
Parâmetros	Unidades	Método APHA	1	2	3	4	5	6	
Hora da coleta	-	-	14:50	14:50	14:50	14:50	-	-	
Temp. ambiente	°C	-	-	-	-	-	-	-	
Temp. amostra	°C	-	-	-	-	-	-	-	
Coliformes totais	NMP/100mL	APHA - 9223 A	38,1	>2419,6	>2419,6	>2419,6	-	-	
Coliformes termotolerantes	UFC/100mL	APHA - 9223 A	-	-	-	-	-	-	
E. coli	NMP/100mL	APHA - 9223 A	0	0	0	0	-	-	
Bactérias heterotróficas	UFC/mL	APHA - 9215 B	-	-	-	-	-	-	
Cloro residual livre	mg/L	KIT HACH	-	-	-	-	-	-	
Observações: Referência: Portaria 2.914/2011 do Ministério da saúde									
Abrangência: Este boletim de análises só pode ser reproduzido por inteiro e sem nenhuma alteração.									
Referências metodológicas: Conforme artigo 17 da Portaria nº 518/2004, as metodologias analíticas utilizadas atendem às especificações do <i>Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater</i> - 20th Ed. (APHA, AWWA, WEF, 1998).									
Analista: Jonatan S. Nascimento DTAJ - 27214			Responsável pelo Laboratório: Aprovação: Jonatan dos Santos Nascimento CRQ nº: 02414254						

COPASA

SISTEMA DE CONTROLE DE QUALIDADE DE ÁGUA FÍSICO QUÍMICO "RELATÓRIO DE ENSAIO"

DADOS REFERENTES AO LABORATÓRIO

Nome: COPASA - Laboratório Distrital do Alto Jequitinhonha | Telefone: (38) 3531-9917 ou 3531-6462
Endereço: Br 367, Km
Cidade: Diamantina - MG

DADOS REFERENTES AO CLIENTE

Solicitante: UFVJM | Telefone: (38) 9 8802-9042
Endereço: CAMPOS II - ALTO DA JACUBA, S/N (LAB. SASA)
Cidade: DIAMANTINA - MG

DADOS REFERENTES A AMOSTRA

Lote: A17099 | Rotulagem: PARTICULAR
Data coleta: 24/04/17 | Data da saída: 25/04/17
Data da entrada: 24/04/17 | Coletor: MARCO ANTONIO DE OLIVEIRA

PONTOS DE AMOSTRAGEM

1 - 3A - TELHADO 3 S/FILTRO | 4 - 4B COLETA DIRETA C/FILTRO
2 - 3B - TELHADO 3 C/FILTRO | 5 -
3 - 4A COLETA DIRETA S/FILTRO | 6 -

RESULTADOS ANALÍTICOS

Parâmetros	Unidades	Método APHA	1	2	3	4	5	6
Hora da coleta	-	-	14:50	14:50	14:50	14:50	-	-
Temp. ambiente	°C	-	-	-	-	-	-	-
Temp. amostra	°C	-	-	-	-	-	-	-
Alcalinidade bicarbonato	mg/L	APHA - 2320 B	-	-	-	-	-	-
Alcalinidade carbonato	mg/L	APHA - 2320 B	-	-	-	-	-	-
Alcalinidade hidróxido	mg/L	APHA - 2320 B	-	-	-	-	-	-
Alumínio	mg/L	APHA - 3111 D	-	-	-	-	-	-
Amônia	mg/L	APHA - 4500 NH ₃	-	-	-	-	-	-
Cianeto	mg/L	EPA - 335 - 2	-	-	-	-	-	-
Cloretos	mg/L	APHA - 4500 C	-	-	-	-	-	-
Cloro residual livre	mg/L	APHA - 2005	-	-	-	-	-	-
Condutividade elétrica	µS/cm	APHA - 2510 A	-	-	-	-	-	-
Cor aparente	uH	APHA - 2120 B	10	30	50	100	-	-
Dureza cálcio	mg/L	APHA - 2340 C	-	-	-	-	-	-
Dureza total	mg/L	APHA - 2340 C	-	-	-	-	-	-
Ferro solúvel	mg/L	APHA - 3111 B	-	-	-	-	-	-
Ferro total	mg/L	APHA - 3111 B	-	-	-	-	-	-
Fluoretos	mg/L	APHA - 4500 C	-	-	-	-	-	-
Manganês solúvel	mg/L	APHA - 3111 B	-	-	-	-	-	-
Manganês total	mg/L	APHA - 3111 B	-	-	-	-	-	-
Nitratos	mg/L	APHA - 4500 D	-	-	-	-	-	-
Nitritos	mg/L	APHA - 4500 B	-	-	-	-	-	-
pH	-	APHA - 4500 B	7,91	8,20	7,00	7,89	-	-
Sólidos dissolv. totais	mg/L	APHA - 2540 B	-	-	-	-	-	-
Sulfatos	mg/L	APHA - 4500 E	-	-	-	-	-	-
Sulfetos	mg/L	EPA - 376	-	-	-	-	-	-
Surfactantes	mg/L	APHA - 5540 C	-	-	-	-	-	-
Turbidez	uT	APHA - 2130 B	2,0	2,0	8,40	10	-	-

**COLETA FEITA
PELO SOLICITANTE**

Observações:


Referência: Portaria 2.914/2011 do Ministério da Saúde

Abrangência:

Este boletim de análises só pode ser reproduzido por inteiro e sem nenhuma alteração.

Referências metodológicas:

Conforme artigo 17 da Portaria nº 518/2004, as metodologias analíticas utilizadas atendem às especificações do *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater* - 20th Ed. (APHA, AWWA, WEF, 1998).

Analista: 
Jonatan S. Nascimento
DTAJ - 27214

Responsável pelo Laboratório:
Aprovação: Jonatan dos Santos Nascimento
CRQ nº: 02414254

COPASA		SISTEMA DE CONTROLE DE QUALIDADE DE ÁGUA BACTERIOLÓGICO "RELATÓRIO DE ENSAIO"							
DADOS REFERENTES AO LABORATÓRIO									
Nome:	COPASA - Laboratório Distrital do Alto Jequitinhonha						Telefone: (38) 3531-9917 ou 3531-6462		
Endereço:	Br 367, Km								
Cidade:	Diamantina - MG								
DADOS REFERENTES AO CLIENTE									
Solicitante:	UFVJM						Telefone: (38) 9 8802-9042		
Endereço:	CAMPOS II - ALTO DA JACUBA, S/N (LAB. SASA)								
Cidade:	DIAMANTINA - MG								
DADOS REFERENTES A AMOSTRA									
Lote:	A17099						Roteiro: PARTICULAR		
Data coleta:	24/04/17						Data da saída: 25/04/17		
Data da entrada:	24/04/17						Coletor: MARCO ANTONIO DE OLIVEIRA		
PONTOS DE AMOSTRAGEM									
1 - 3A - TELHADO 3 S/FILTRO						4 - 4B COLETA DIRETA C/FILTRO			
2 - 3B - TELHADO 3 C/FILTRO						5 -			
3 - 4A COLETA DIRETA S/FILTRO						6 -			
RESULTADOS ANALÍTICOS									
Parâmetros	Unidades	Método APHA	1	2	3	4	5	6	
Hora da coleta	-	-	14:50	14:50	14:50	14:50	-	-	
Temp. ambiente	°C	-	-	-	-	-	-	-	
Temp. amostra	°C	-	-	-	-	-	-	-	
Coliformes totais	NMP/100mL	APHA - 9223 A	116,2	>2419,6	>2419,6	108,1	-	-	
Coliformes termotolerantes	UFC/100mL	APHA - 9223 A	-	-	-	-	-	-	
E. coli	NMP/100mL	APHA - 9223 A	0	0	1,0	0	-	-	
Bactérias heterotróficas	UFC/mL	APHA - 9215 B	-	-	-	-	-	-	
Cloro residual livre	mg/L	KIT HACH	-	-	-	-	-	-	
Observações:			<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; display: inline-block;"> COLETA FEITA PELO SOLICITANTE </div>						
Referência: Portaria 2.914/2011 do Ministério da Saúde									
Abrangência:									
Este boletim de análises só pode ser reproduzido por inteiro e sem nenhuma alteração.									
Referências metodológicas:									
Conforme artigo 17 da Portaria nº 518/2004, as metodologias analíticas utilizadas atendem às especificações do Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater - 20th Ed. (APHA, AWWA, WEF, 1998).									
Analista:			Responsável pelo Laboratório:				CRQ nº: 02414254		
Jonatan S. Nascimento			Aprovação: Jonatan dos Santos Nascimento						
DTAJ - 27214									



SISTEMA DE CONTROLE DE QUALIDADE DE ÁGUA FÍSICO QUÍMICO "RELATÓRIO DE ENSAIO"

DADOS REFERENTES AO LABORATÓRIO

Nome: COPASA - Laboratório Distrital do Alto Jequitinhonha Telefone: (38) 3531-9917 ou 3531-8462
Endereço: Br 367, Km
Cidade: Diamantina - MG

DADOS REFERENTES AO CLIENTE

Solicitante: UFVJM Telefone: (38) 9 8802-9042
Endereço: CAMPOS II - ALTO DA JACUBA, S/N (LAB. SASA)
Cidade: DIAMANTINA - MG

DADOS REFERENTES A AMOSTRA

Lote: Roteiro: PARTICULAR
Data coleta: 11/07/17 Data da saída: 12/07/17
Data da entrada: 11/07/17 Coletor: MARCO ANTONIO DE OLIVEIRA

PONTOS DE AMOSTRAGEM

1 - ÁGUA POTÁVEL SEM FILTRO 4 - ÁGUA SUJA COM FILTRO
2 - ÁGUA POTÁVEL COM FILTRO 5 -
3 - ÁGUA SUJA SEM FILTRO 6 -

RESULTADOS ANALÍTICOS

Parâmetros	Unidades	Método APHA	1	2	3	4	5	6
Hora da coleta	-	-	16:30	16:30	16:30	16:30	-	-
Temp. ambiente	°C	-	-	-	-	-	-	-
Temp. amostra	°C	-	-	-	-	-	-	-
Alcalinidade bicarbonato	mg/L	APHA - 2320 B	-	-	-	-	-	-
Alcalinidade carbonato	mg/L	APHA - 2320 B	-	-	-	-	-	-
Alcalinidade hidróxido	mg/L	APHA - 2320 B	-	-	-	-	-	-
Alumínio	mg/L	APHA - 3111 D	-	-	-	-	-	-
Amônia	mg/L	APHA - 4500 NH ₃	-	-	-	-	-	-
Cianeto	mg/L	EPA - 335-2	-	-	-	-	-	-
Cloretos	mg/L	APHA - 4500 C	-	-	-	-	-	-
Cloro residual livre	mg/L	APHA - 2005	-	-	-	-	-	-
Condutividade elétrica	µS/cm	APHA - 2510 A	-	-	-	-	-	-
Cor aparente	uH	APHA - 2120 B	5,0	100	480	400	-	-
Dureza cálcio	mg/L	APHA - 2340 C	-	-	-	-	-	-
Dureza total	mg/L	APHA - 2340 C	-	-	-	-	-	-
Ferro solúvel	mg/L	APHA - 3111 B	-	-	-	-	-	-
Ferro total	mg/L	APHA - 3111 B	-	-	-	-	-	-
Fluoretos	mg/L	APHA - 4500 C	-	-	-	-	-	-
Manganês solúvel	mg/L	APHA - 3111 B	-	-	-	-	-	-
Manganês total	mg/L	APHA - 3111 B	-	-	-	-	-	-
Nitratos	mg/L	APHA - 4500 D	-	-	-	-	-	-
Nitritos	mg/L	APHA - 4500 B	-	-	-	-	-	-
pH	-	APHA - 4500 B	7,41	7,18	6,96	6,92	-	-
Sólidos dissolv. totais	mg/L	APHA - 2540 B	-	-	-	-	-	-
Sulfatos	mg/L	APHA - 4500 E	-	-	-	-	-	-
Sulfetos	mg/L	EPA - 376	-	-	-	-	-	-
Surfactantes	mg/L	APHA - 5540 C	-	-	-	-	-	-
Turbidez	uT	APHA - 2130 B	0,72	28,90	708,00	298,00	-	-

COLETA FEITA
PELO SOLICITANTE

Observações:

Referência: Portaria 2.914/2011 do Ministério da Saúde

Abrangência:

Este boletim de análises só pode ser reproduzido por inteiro e sem nenhuma alteração.

Referências metodológicas:

Conforme artigo 17 da Portaria nº 518/2004, as metodologias analíticas utilizadas atendem às especificações do Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater - 20th Ed. (APHA, AWWA, WEF, 1998).

Analista:

Jonatan S. Nascimento

DTAJ - 27214

Responsável pelo Laboratório:

Aprovação:

Jonatan dos Santos Nascimento

CRQ nº: 02414254

COPASA		SISTEMA DE CONTROLE DE QUALIDADE DE ÁGUA BACTERIOLÓGICO "RELATÓRIO DE ENSAIO"							
DADOS REFERENTES AO LABORATÓRIO									
Nome:	COPASA - Laboratório Distrital do Alto Jequitinhonha								
Endereço:	Br 367, Km								
Cidade:	Diamantina - MG								
DADOS REFERENTES AO CLIENTE									
Solicitante:	UFVJM								
Endereço:	CAMPOS II - ALTO DA JACUBA, S/N (LAB. SASA)								
Cidade:	DIAMANTINA - MG								
DADOS REFERENTES A AMOSTRA									
Lote:	Roteiro: PARTICULAR								
Data coleta:	11/07/17				Data da saída: 12/07/17				
Data da entrada:	11/07/17				Coletor: MARCO ANTONIO DE OLIVEIRA				
PONTOS DE AMOSTRAGEM									
1 - ÁGUA POTÁVEL SEM FILTRO					4 - ÁGUA SUJA COM FILTRO				
2 - ÁGUA POTÁVEL COM FILTRO					5 -				
3 - ÁGUA SUJA SEM FILTRO					6 -				
RESULTADOS ANALÍTICOS									
Parâmetros	Unidades	Método APHA	1	2	3	4	5	6	
Hora da coleta	-	-	18:30	18:30	18:30	18:30	-	-	
Temp. ambiente	°C	-	-	-	-	-	-	-	
Temp. amostra	°C	-	-	-	-	-	-	-	
Coliformes totais	NMP/100mL	APHA - 9223 A	1119,9	>2419,6	>2419,6	>2419,6	-	-	
Coliformes termotolerantes	UFC/100mL	APHA - 9223 A	-	-	-	-	-	-	
E. coli	NMP/100mL	APHA - 9223 A	1	7,4	10,9	3,0	-	-	
Bactérias heterotróficas	UFC/mL	APHA - 9215 B	-	-	-	-	-	-	
Cloro residual livre	mg/L	KIT HACH	-	-	-	-	-	-	
<div>Observações:</div> <div>Referência: Portaria 2.914/2011 do Ministério da saúde</div> <div>COLETA FEITA PELO SOLICITANTE</div>									
<div>Abrangência:</div> <div>Este boletim de análises só pode ser reproduzido por inteiro e sem nenhuma alteração.</div>									
<div>Referências metodológicas:</div> <div>Conforme artigo 17 da Portaria nº 518/2004, as metodologias analíticas utilizadas atendem às especificações do Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater - 20th Ed. (APHA, AWWA, WEF, 1998).</div>									
Analista:			Responsável pelo Laboratório:						
Jonatan S. Nascimento			Aprovação:				CRQ nº: 02414254		
DTAJ - 27214			Jonatan dos Santos Nascimento						

ANEXO D – CARTILHA PARA USO DA ÁGUA DE CHUVA EM COMUNIDADES RURAIS

Coleta e manejo da água de chuva para uso não potável

Introdução

A busca por fontes alternativas para o abastecimento de água é de grande importância para a população rural, que muitas vezes não dispõe de sistemas de tratamento e distribuição. Na atualidade a falta de água em vários locais mostra a importância de pesquisar e difundir sistemas que atendam às comunidades de forma a estimular o aproveitamento consciente deste valioso bem.



Você sabia que?

1. A água de chuva é potencialmente pura e rica em sais minerais;

2. A água de chuva apresenta qualidade semelhante à da água destilada e por isso pode ser considerada alternativa à água potável;
3. A água de chuva apresenta baixa concentração de poluentes;
4. No nordeste o Projeto 1 Milhão de Cisternas (P1MC) já beneficia mais de 290 mil famílias;
5. O aproveitamento da água de chuva pode contribuir para a redução de enchentes e erosões do solo pela redução do escoamento da água de chuva no solo;
6. O sistema de coleta e manejo da água de chuva é bastante simples e apresenta custo reduzido.
7. A água de chuva apresenta baixa concentração de poluentes;

Como funciona?

O sistema de manejo e coleta da água de chuva é um conjunto de elementos que podem ser adaptados a qualquer domicílio, inclusive em ambiente rural, usando tecnologia social de baixa complexidade.

Os componentes do sistema são:

Superfície de coleta (telhado); dispositivos de transporte (calhas e tubos condutores); filtro composto; reservatório de armazenamento e tratamento.

Superfície de coleta

A água de chuva possui boa qualidade, considerada superior à das águas superficiais (fontes, rios e lagos) ou subterrâneas. É coletada de modo geral em telhados e coberturas de edificações e sua qualidade depende de diversos fatores como proximidade de fontes poluidoras (poluição atmosférica, agrotóxicos, etc.), condições climáticas, tipo de material de composição da superfície coletora, presença de vegetação e animais, etc.

A tabela abaixo mostra as características de cada tipo de cobertura para a coleta da água de chuva.

Tipo	Coeficiente de Escoamento	Observações
Folhas de ferro galvanizado	> 0,90	Qualidade da água excelente. A superfície é excelente e, nos dias quentes, a alta temperatura ajuda a esterilizar a água.
Telha cerâmica	0,60 a 0,90	Se vitrificada, apresenta melhor qualidade. Caso contrário, pode apresentar mofo. Pode existir contaminação das junções das telhas.
Telha de amianto	0,80 a 0,90	Telhas novas podem contribuir para águas coletadas de boa qualidade. Não existe nenhuma evidência de que a ingestão da água que passe por essas telhas cause algum efeito cancerígeno. Levemente porosas, o que diminui o coeficiente de escoamento. Quando velhas, podem apresentar lodo e rachaduras.
Cobertura de sapê	0,20	Qualidade da água ruim (>200 CF/100ml). Pouca eficiência da primeira chuva. Alta turbidez devido à presença de matéria orgânica dissolvida e em suspensão

Dispositivos de transporte

A água coletada em telhado é direcionada para calhas, que por sua vez, estão conectadas a tubos coletores, os quais devem possuir algum dispositivo para a separação do material grosseiro e para impedir a entrada de animais no sistema como, por exemplo, uma tela.

Os tubos coletores ou de descida mais comumente usados são de policloreto de vinilo (PVC); recomenda-se que sejam pintados para melhor proteção contra o desgaste provocado pela radiação solar.



Telas e grades

Para evitar que sejam carregados resíduos, como folhas e galhos e impedir o acesso de animais na tubulação deve ser colocada tela sobre a calha ou algum tipo de grelha na entrada do tubo coletor.

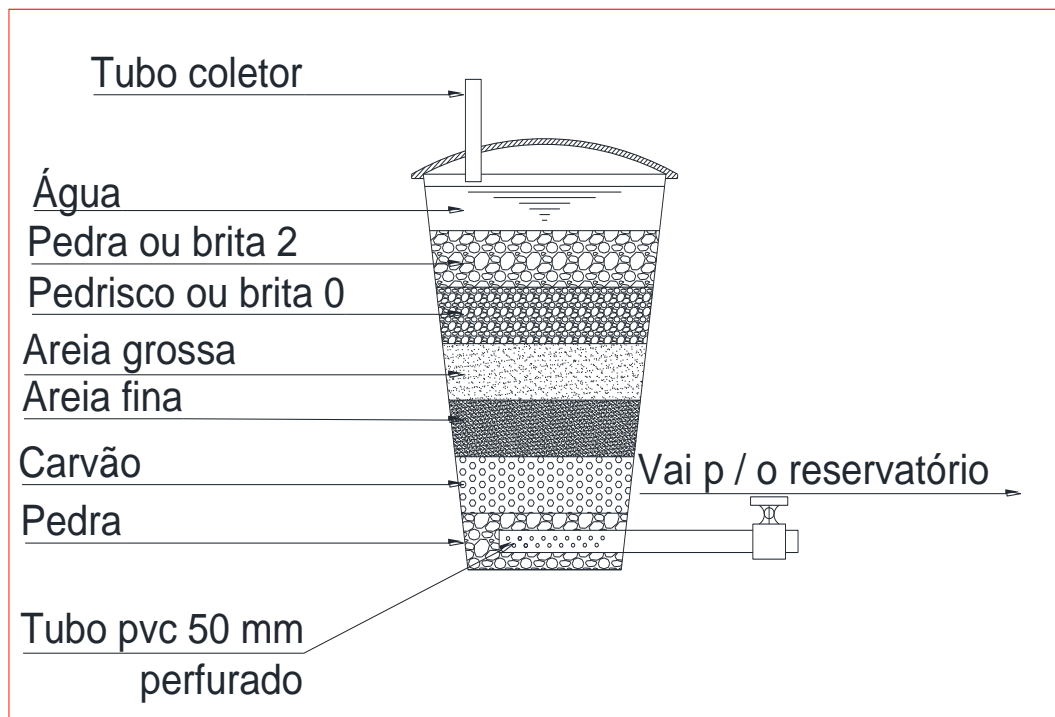
É recomendado que a tela (que pode cobrir a calha) ou a grelha no tubo de descida devem sofrer manutenção constante, para que sejam removidos materiais acumulados de forma a garantir que a água não fique parada ou transborde da calha.



Filtro composto

A filtração permite eliminar pequenas partículas e microrganismos que podem estar na água, pela utilização de filtros de areia colocados antes do reservatório.

Os filtros lentos apresentam os melhores desempenhos contra coliformes e mantém os parâmetros cor e turbidez abaixo de 50 uT. O filtro composto é formado por duas camadas de pedra (pedra e pedrisco), duas de areia (fina e grossa) e uma camada de carvão, separadas por manta geotêxtil, colocados num vasilhame plástico de 80 a 100 litros. Abaixo das camadas filtrantes encontra-se um leito drenante, também composto de pedras e um tubo perfurado para a saída da água. O filtro sofrerá manutenção a cada seis meses por processo de retrolavagem, onde a água passa pelas camadas filtrantes no sentido inverso ao da filtração.



Armazenamento

O armazenamento da água de chuva é feito em reservatórios, que podem ser uma caixa d'água comum, uma cisterna ou um reservatório construído. Para o cálculo do seu volume precisamos saber qual é a área de coleta, qual é a quantidade de chuva que cai no local e qual é o consumo de água de chuva em um mês.

As tubulações de saída do reservatório devem estar a no mínimo 5 cm do fundo, para evitar que a poeira depositada no fundo siga com a água que vai ser usada.

O reservatório deve ter uma abertura suficiente para a passagem de um homem (diâmetro de 60 cm), para sua adequada limpeza e deve impedir a passagem de luz; a ausência de luz e calor retarda a ação das bactérias, reduzindo o risco de contaminação; a sua limpeza deve ocorrer anualmente.



Glossário

- *Tecnologia social: técnica ou produto que se caracterizado pelo baixo custo, reaplicabilidade e impacto social comprovados;*
- *Coeficiente de escoamento: é a razão entre a chuva que determina o escoamento e a parte que é efetivamente recolhida; depende da evaporação e do tipo de material por onde a água se esco.*
- *Tubo coletor: tubo que conduz a água de chuva da calha ao filtro ou reservatório*

- *Filtro composto: sistema de filtro composto por camadas de elementos filtrantes separados por membrana em tecido geotêxtil;*
- *Retrolavagem: processo de limpeza do filtro onde a água é conduzida no sentido oposto ao de filtração;*



Coordenação
Bernat Vinolas Prat
Montagem e Concepção
Marco Antônio de Oliveira

Contato:
marcoolive@gmail.com
bernativinolas.vinolas@ufvjm.edu.br